



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑨ EP 0 832 768 B 1

⑩ DE 697 14 930 T 2

⑤ Int. Cl.⁷:
B 60 C 23/06

- ② Deutsches Aktenzeichen: 697 14 930.7
⑨ Europäisches Aktenzeichen: 97 116 807.5
⑨ Europäischer Anmeldetag: 26. 9. 1997
⑨ Erstveröffentlichung durch das EPA: 1. 4. 1998
⑨ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 28. 8. 2002
④ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 28. 5. 2003

⑩ Unionspriorität:

27746996 26. 09. 1996 JP
30134496 25. 10. 1996 JP

⑬ Patentinhaber:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP; Nippon Soken, Inc.,
Nishio, Aichi, JP

⑦ Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑧ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

⑦ Erfinder:

Tominaga, Motonori, Nishio-city, Aichi-pref., JP;
Inoue, Yuuichi, Kariya-city, Aichi-pref. 448, JP;
Tomiita, Kenji, Kariya-city, Aichi-pref. 448, JP;
Fukada, Shinjiro, Kariya-city, Aichi-pref. 448, JP;
Nishikawa, Yoshihiro, Kakogawa-city, Hyogo-pref.,
JP; Umeno, Takaji, Aichi-gun, Aichi-ken, 480-11, JP;
Ohashi, Hideki, Toyota-shi, Aichi-ken, 471, JP

⑤ Vorrichtung zur Reifendruckererkennung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 697 14 930 T 2

DE 697 14 930 T 2

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

5

1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung für das Erfassen eines Zustandes des Reifenluftdrucks, wie z.B. eine
10 Reifenpanne oder dergleichen, bei einem Fahrzeug.

2. Beschreibung des Standes der Technik

Als eine Vorrichtung zum Erfassen eines Luftdrucks in einem Fahrzeugreifen, ist eine Vorrichtung für das
15 direkte Erfassen des Luftdruckes eines Reifens im Stand der Technik bekannt, indem man den Luftdruckzustand des Reifens überwacht, wenn man ein Fahrzeug betreibt, und einen Fahrer über die Abnormalität des Reifens informiert, wie z.B. einen platten Reifen oder
20 dergleichen. Bekannt ist im Stand der Technik auch eine Vorrichtung zur Verwendung der Resonanzfrequenz eines Reifens, indem man eine Korrelation zwischen dem Luftdruck eines Reifens und der Resonanzfrequenz eines Reifens beachtet, wie in der Reifenluft-
25 druckerfassungsvorrichtung, beschrieben in der japanischen Patentanmeldung Offenlegungsnummer Hei-5-133831, offengelegt. Gemäß diesem System, wird ein Spektrum von Schwingungskomponenten (vgl. FIG. 14) der Raddrehzahl durch schnelle Fourier Transformation (FFT) der Raddrehzahl bereitgestellt, durch die die Resonanzfrequenz des Reifens erfasst wird, und, wie in FIG. 15 gezeigt, wenn die Resonanzfrequenz niedriger wird als ein vorbestimmter Wert, wird bestimmt, dass Luftaustritt, wie z.B. eine Reifenpanne oder dergleichen
30 im Reifen vorgekommen ist, und ein Alarm wird gegeben.
35

Ferner legt die japanische Patentanmeldung Offenlegungs-
legungsnr. 63-305011 ein Verfahren mit reduzierter
Druckerfassung offen, in dem der Reifenluftdruckzustand
(Auftreten einer Reifenpanne oder dergleichen) nicht
5 durch absolute Bewertung zum Erfassen des
Reifenluftdruckes basierend auf der Resonanzfrequenz
erfasst wird, wie in dem ersten konventionellen Beispiel,
sondern indirekt. Entsprechend dem Verfahren, einen
Fahrzeugreifen mit verringertem Druck zu erfassen, werden
10 die Winkelgeschwindigkeiten der vier Rädern erfasst, die
Summen der Winkelgeschwindigkeiten zweier Sätze von
Rädern, die auf den diagonalen Linien angeordnet sind,
werden jeweils berechnet, und wenn ein Unterschied
zwischen den Summen innerhalb eines vorbestimmten Wertes
15 ist, werden die Winkelgeschwindigkeiten der jeweiligen
Räder mit einem Durchschnittswert der
Winkelgeschwindigkeiten der vier Räder verglichen,
wodurch eine Verringerung des Luftdrucks berechnet wird.

20 Weiter wird entsprechend dem Verfahren zum Erfassen
eines Fahrzeugreifens mit verringertem Druck, beschrieben
in der Japanisch Patentanmeldung Offenlegungs-
nr. 63-305011, der Tatsache Aufmerksamkeit geschenkt, dass, wenn
der Luftdruck von einem der an den Rädern befestigten
25 Reifen niedriger geworden ist, und der Rotationsradius
des Rades verringert ist, die Raddrehzahl erhöht ist, und
der Zustand des Luftdruckes des Reifens wird indirekt
durch die Berechnung eines Rotationszustandswertes
erfasst, basierend auf den von Raddrehzahlsensoren oder
30 dergleichen erfassten Winkelgeschwindigkeiten von
vorderen, hinteren, linken und rechten Rädern.

Der Rotationszustandswert ist ein Parameter abhängig
von einer Abweichung zwischen einer Raddrehzahlabweichung
35 zwischen dem linken und rechten Vorderrad, und einer
Raddrehzahlabweichung zwischen einem linken und rechten

Hinterrad, so dass der Wert in Übereinstimmung mit dem Luftdruck des Reifens verändert wird, ohne von der Raddrehzahlabweichung zwischen den linken und rechten Rädern beeinflusst zu werden, wenn eine Fahrtrichtungs-
5 änderung vorgenommen wird. Der Rotationszustandswert zeigt eine Zunahme der Raddrehzahl des rechten Antriebsrades oder das linken angetriebene Rades, oder eine Zunahme der Raddrehzahl des linken Antriebsrads oder des rechten angetriebenen Rades und bestimmt die zwei
10 Räder, die gesenkte Reifenluftdrücke haben.

Allerdings umfasst die Raddrehzahl entsprechend dem ersten konventionellen Beispiel die Resonanzfrequenz eines Rades, als auch andere Resonanzfrequenzen, die
15 Rauschen darstellen, und dementsprechend beeinflusst, ob das S/R-Verhältnis ausgezeichnet ist oder nicht die Erfassungsgenauigkeit des Reifenluftdruckes. Das S/R-Verhältnis verschlechtert sich bei einem Hochdrehzahlbereich in bezug auf ein Antriebsrad und die praktische
20 Grenzgeschwindigkeit des ersten konventionellen Beispieles ist ungefähr 60 - 100 km/h.

Entsprechend dem zweiten konventionellen Beispiel kann, obwohl die Fahrzeuggeschwindigkeit nicht wie im
25 ersten konventionelles Beispiel beschränkt ist, nur eine relative Festlegung von einem Rad ausgeführt werden und welches der zwei diagonalen Räder abnorm ist, ist nicht bekannt.

Weiter kann entsprechend der den Rotationszustandswert benutzenden Technologie bestimmt werden, dass nur eines von zwei Rädern an den diagonalen Lagen (linkes Vorderrad und rechtes Hinterrad, rechtes Vorderrad und linkes Hinterrad) einen verringerten
30 Luftdruck aufweist und das eine der Räder mit verringertem Reifenluftdruck kann nicht spezifiziert
35

werden. Weiterhin ist, wenn der Luftdruck des Reifens eines Antriebsrades gesenkt wird, die Erfassungsgewissheit nicht hinreichend.

5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

 Angesichts der obigen Probleme des Standes der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung
10 bereitzustellen, die in der Lage ist, eine absolute Berechnung eines Reifenluftdruckzustands sogar im Hochdrehzahlbereich auszuführen.

 Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, es eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung bereitzustellen, die
15 fähig ist ein einzelnes Rad mit verringertem Reifenluftdruck zu bestimmen.

 Weiter ist es ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung
20 bereitzustellen, die eine hohe Erfassungsgewissheit hat, wenn der Luftdruck des Reifens eines Antriebsrades verringert ist.

 Die obigen Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angezeigte Maßnahmen gelöst. Dementsprechend wird ein Reifendruckerfassungssystem bereitgestellt, das eine Verarbeitungseinheit enthält, mit: Einer Rotationszustandswertberechnungseinheit für die
30 Berechnung eines Rotationszustandswert abhängig von einer Abweichungsdifferenz zwischen einer Raddrehzahlabweichung zwischen dem linken und rechten Antriebsrad und einer Raddrehzahlabweichung zwischen dem linken und rechten angetriebenen Rad, die durch die Raddrehzahl-
35 erfassungseinrichtung erfasst wird, einer Vorder- zu Hinterraddrehzahlabweichungsberechnungseinheit für die

Berechnung der Raddrehzahlabweichung zwischen Vorder- und Hinterrädern, einer Regressionsberechnungseinrichtung zur Berechnung einer Neigung einer Regressionsgerade des Rotationszustandswerts und der Vorder- zu Hinterraddrehzahlabweichung, und einer Luftdruckverringereungsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen der Räder, die verringerte Reifenluftdrücke zu zwei Rädern an diagonalen Lagen unter den vier Rädern aufweisen, durch eine Positivität oder eine Negativität des Rotationszustandswertes, das das Rad mit verringertem Reifenluftdruck als das angetriebene Rad bestimmt, wenn die Neigung als null erkannt wird, und das Rad mit verringertem Reifenluftdruck als das Antriebsrad bestimmt, wenn die Neigung nicht als null erkannt wird.

Andere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden sich während der folgenden Beschreibung davon zeigen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Zusätzliche Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende, detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen davon in Verbindung mit der beiliegenden Zeichnung klarer:

FIG. 1 ist ein Blockschaltbild einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIGN. 2 - 5 sind Flussdiagramme des Betriebes der ersten Ausführungsform;

FIG. 6 ist ein Diagramm des Betriebs der ersten Ausführungsform;

FIG. 7 ist ein anderes Flussdiagramm des Betriebes der ersten Ausführungsform;

FIG. 8 ist ein Diagramm des Betriebes der ersten Ausführungsform;

FIG. 9 ist ein Blockschaltbild einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIGS. 10 und 11 sind Flussdiagramme des Betriebes der zweiten Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung;

FIG. 12 ist ein Blockschaltbild einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIG. 13 ist ein Flussdiagramm des Betriebes der dritten Ausführungsform;

FIGN. 14 und 15 sind Diagramme des Betriebes einer konventionellen Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung;

FIGN. 16 - 18 ist Diagramme zum Erläutern des Wissens der Erfinder, das die Grundlage der vorliegenden Erfindung bildet;

FIG. 19 ist ein Blockschaltbild von einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIGN. 20 und 21 sind Flussdiagramme des Betriebes der vierten Ausführungsform;

FIG. 22 ist ein Blockschaltbild einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIG. 23 ist ein Flussdiagramm des Betriebes der fünften Ausführungsform;

FIG. 24 ist ein Diagramm für die Erklärung des Betriebes der fünften Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung;

FIG. 25 ist ein Flussdiagramm des Betriebes der fünften Ausführungsform;

FIG. 26A ist ein Diagramm, das die Charakteristik einer konventionellen Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung zeigt, und

FIG. 26B ist ein Diagramm, das die Charakteristik der fünften Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

FIG. 27 ist ein Blockschaltbild einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer sechsten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

FIG. 28 und 29 sind Flussdiagramme des Betriebes der sechsten Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

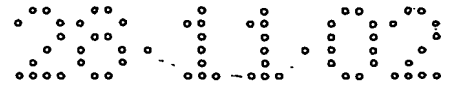


FIG. 1 zeigt eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung entsprechend einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ein mit einer Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung 5 ausgerüstetes Fahrzeug ist ein FR Fahrzeug, bei dem ein Motor in einem Motorraum am vorderen Teil vom Fahrzeug eingebaut ist und die Hinterräder Antriebsräder sind. Die Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung besteht aus Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren 1a, 1b, 1c und 1d 10 welche eine Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung umsetzen, die in Übereinstimmung mit den jeweiligen Rädern des Fahrzeugs bereitgestellt ist, einer Berechnungsverarbeitungseinheit 2, die Eingänge von Signalen von den Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren 1a - 1d 15 aufweist, und eine Alarmvorrichtung 3 zum alarmieren eines Fahrers bei Verringerung des Luftdrucks des Reifens, wenn ein Alarmsignal von der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 ausgegeben wird. Zwei der Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren 1a - 1d (zum 20 Beispiel, 1a, 1b) entsprechen den Vorderrädern und die übrigen zwei (zum Beispiel, 1c, 1d) entsprechen den Hinterrädern.

Die Berechnungsverarbeitungseinheit 2 wird durch 25 einen Mikroprozessor oder dergleichen realisiert, und die Bestimmung des Reifenluftdruckzustands wird basierend auf Software der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 basierend auf Impulssignalen von den Raddrehzahlsensoren 1a - 1d ausgeführt. Hinsichtlich der funktionellen Beschaffenheit 30 der Berechnungsverarbeitungseinheit 2, werden Daten über Raddrehzahlen, die von den Raddrehzahlsensoren 1a - 1d als Impulssignale eingegeben werden, zu einer Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2j und einer Resonanzfrequenzspeichereinheit 2f über eine Raddrehzahl- 35 berechnungseinheit 2a, eine FFT-Berechnungseinheit 2b, eine Mittelwertbildungseinheit 2c, eine Gleitender-

Mittelwert-Einheit 2d und eine Resonanzfrequenzberechnungseinheit 2e eingegeben. Die Daten der Raddrehzahlen werden von der Raddrehzahlberechnungseinheit 2a auch zu der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2j und einer Raddrehzahlenabweichungsspeichereinheit 2i über eine Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2g und eine Raddrehzahlabweichungsmittelwertbildungseinheit 2h eingegeben. Die Resonanzfrequenzspeichereinheit 2f und die Raddrehzahlenabweichungsspeichereinheit 2i werden durch Speicher des Mikrocomputers realisiert. Von der Resonanzfrequenzspeichereinheit 2f und der Raddrehzahlenabweichungsspeichereinheit 2i gelesene Daten, und auch Daten von der Resonanzfrequenzberechnungseinheit 2e und der Radabweichungsmittelwertbildungseinheit 2h werden von der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2j und einer Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2k verarbeitet und in Daten zur Bestimmung des Reifenluftdruckzustands umgeformt und zur Alarmvorrichtung 3 ausgegeben.

FIG. 2 zeigt einen Ablauf einer Hauptroutine von der Raddrehzahlberechnung bis zum Alarm der Luftdruckverringerung, der in der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 ausgeführt wird. Die Schritte 100F und 100R zeigen eine Vorderradresonanzfrequenzerfassungssubroutine und eine Hinterradresonanzfrequenzerfassungssubroutine, wobei die Resonanzfrequenzen jeweils basierend auf den Vorderraddrehzahlen und den Hinterraddrehzahlen abgetastet werden. In Schritt 200 wird basierend auf den vier Raddrehzahlen die Raddrehzahlabweichung D berechnet. Die Raddrehzahlabweichung D ist als eine Funktion der Raddrehzahlen der Vorder-, Hinter-, linken und rechten Räder gegeben, die durch die Raddrehzahlsensoren 1a-1d

erfaßt werden, wobei Details der Berechnung später bekanntgegeben werden.

FIG. 3 zeigt einen Ablauf einer Resonanzfrequenz-
5 berechnungssubroutine, derselbe Ablauf wird für die
Vorderräder und die Hinterräder verwendet. Bei Schritt
110 werden durch Betreiben der
Raddrehzahlberechnungseinheit 2a, die zusammen mit den
Raddrehzahlsensoren 1a-1d die
10 Raddrehzahlerfassungseinrichtung bildet, die
Raddrehzahlen der jeweiligen Räder von den Anzahlen der
Impulssignale von den jeweiligen Raddrehzahlsensoren
1a-1d zum Eingeben von Signalen berechnet, z.B. innerhalb
von 5 ms.

15
Die Schritte 120-170 bezeichnen den Betrieb der
Resonanzfrequenzabtasteinrichtung. Bei Schritt 120 werden
die Spektrumsdaten durch Durchführen der FFT-Berechnung
in Bezug auf die Raddrehzahlen der jeweiligen Räder
20 erhalten durch Betreiben der FFT-Berechnungseinheit. Die
jeweiligen Komponentenwerte der Spektrumsdaten werden bei
diskreten Frequenzen mit einer Auflösung F_{lsb} (Hz)
gegeben. Als nächstes wird eine Zahl des
Berechnungszeitenzählers N um 1 inkrementiert, und das
25 Ergebnis wird zeitweise in einem Haltespeicher B(N)
gespeichert (Schritt 130).

Als nächstes wird in Schritt 140 die Zahl des
Berechnungszeitenzählers N mit einem vorbestimmten Wert
30 n_0 verglichen. Wenn $N < n_0$, kehrt der Vorgang zu Schritt
110 zurück. Wenn $N \geq n_0$, das heißt, wenn die FFT-Berechnung
(Schritt 120) n_0 -mal in Bezug auf die
Fahrzeuggeschwindigkeiten durchgeführt wurde, fährt der
Vorgang mit Schritt 150 fort.

35

Bei Schritt 150 wird das Ergebnis der n_0 -maligen FFT-Berechnung durch Betrieb der Mittelwertbildungseinheit 2c von dem Ergebnishaltespeicher B(N) ausgelesen und der Mittelwert gebildet. Der Grund dafür ist, daß die Form (Größe oder Höhe) von auf einer Straßenoberfläche vorhandenen Irregularitäten nicht konstant ist, und das Ergebnis der FFT-Berechnung eine zufällige Abweichung enthält, die entfernt werden muß. Bei Schritt 160 wird durch den Betrieb der Gleitender-Mittelwert-Einheit 2d Glättung durch den gleitenden Mittelwert der Spektrumsdaten durchgeführt, deren Mittelwert bei Schritt 150 gebildet wurde, wodurch Hochfrequenzkomponenten vorher entfernt werden und die Erfassungsgenauigkeit der Resonanzfrequenz unterstützt wird.

15

Schritt 170 bezeichnet die Resonanzfrequenzberechnungssubroutine entsprechend der Schwerpunktmethode durch Betrieb der Resonanzfrequenzberechnungseinheit 2e. Die Resonanzfrequenz wird durch die Schwerpunktmethode von den geglätteten Spektrumsdaten bestimmt.

FIG. 4 zeigt das detaillierte Vorgehen der Resonanzfrequenzberechnungssubroutine durch die Schwerpunktmethode. Zunächst wird bei Schritt 171 eine Gesamtsumme F der Komponentenwerte F(i) aus der Gleichung (1) in Bezug auf einen Frequenzbereich, auf den die Schwerpunktmethode angewendet wird, berechnet. Hier bezeichnet die Notation i einen Index entsprechend der Frequenz, und der Frequenzbereich, auf den die Schwerpunktmethode angewendet wird, ist $i=F_{ws}$ bis F_{we} .

$$S = \sum_{i=F_{ws}}^{F_{we}} F(i) \quad \dots(1)$$

Bei Schritt 172 wird S' auf 0 zurückgesetzt und i wird auf F_{WS}-1 zurückgesetzt. Als nächstes wird i um 1 inkrementiert (Schritt 173) und S' wird durch Addieren von F(i) (Schritt 174) aktualisiert. Bei Schritt 174 wird
 5 S' mit S/2 verglichen. Die Schritte 173-175 werden wiederholt, bis S' S/2 erreicht und i zu diesem Zeitpunkt der Frequenz entspricht, die den Schwerpunkt des Komponentenwertes bildet. Die Resonanzfrequenz F_k wird durch Multiplizieren der Auflösung F_{lsb} bis i erhalten,
 10 bereitgestellt wie oben beschrieben (Schritt 176). Nachstehend werden die Resonanzfrequenzen durch F_k (FR) für das rechte Vorderrad, F_k (FL) für das linke Vorderrad, F_k (RR) für das rechte Hinterrad und F_k (RL) für das linke Hinterrad dargestellt.

15

FIG. 5 zeigt die Raddrehzahlabweichungsberechnungssubroutine bei Schritt 200 (FIG. 2). Die Raddrehzahlabweichungsberechnungssubroutine besteht aus der Operationseinheit der
 20 Rotationszustandswertberechnungseinrichtung. Bei den Schritten 210-230 werden durch den Betrieb der Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2g die Verhältnisse F_d und R_d des rechten Rades zu dem linken Rad mit Bezug auf die erfaßten Raddrehzahlen, die
 25 Abweichungen darstellen, durch die Gleichungen (2) und (3) berechnet (Schritte 210, 220), und von diesen wird eine Raddrehzahlabweichung D, d.h. der Rotationszustandswert, durch die Gleichung (4) berechnet, und eine Zahl des Berechnungszeitenzählers N wird um 1
 30 inkrementiert (Schritt 230).

$$F_d = \frac{FR}{FL} \quad \dots (2)$$

$$R_d = \frac{RR}{RL} \quad \dots (3)$$

35

$$D = \frac{F_d}{R_d} \quad \dots(4)$$

Bei Schritt 240 wird die Zahl des Berechnungszeitenzählers N mit einer vorbestimmten Zahl n_0 verglichen. Wenn $N < n_0$, kehrt der Vorgang zurück zu Schritt 210. Wenn $N \geq n_0$, d.h. wenn die Berechnung der Raddrehzahlabweichung D (Schritte 210-230) n_0 -mal durchgeführt wurde, fährt der Vorgang mit Schritt 250 fort.

10

Bei Schritt 250 werden durch Betrieb der Raddrehzahlabweichungsmittelwertbildungseinheit 2i n_0 der zeitweise gespeicherten Raddrehzahlabweichungen D gemittelt, und der Vorgang kehrt zur Hauptroutine (FIG. 2) zurück. Im übrigen wird der Durchschnittswert der Raddrehzahlabweichungen D auch Raddrehzahlabweichung D genannt.

FIG. 6 ist ein Diagramm, das das Verhalten der Raddrehzahlabweichung D erläutert. Wenn die Reifenluftdrücke aller Räder normal sind, und das Fahrzeug auf einer Geraden fährt, sind die Raddrehzahlen der vier Räder gleich, und daher sind das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis F_d des Vorderrades und das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis R_d des Hinterrades 1 und die Raddrehzahlabweichung D ist 0. Ferner sind beim Durchfahren einer Kurve die Radien der Kurven zwischen dem linken Vorderrad und dem rechten Vorderrad unterschiedlich, und daher erhöht oder verringert sich das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis F_d des Vorderrades um 1 herum, abhängig von den Richtungen der Kurve. Zwischenzeitlich zeigen die Hinterräder ein Verhalten gleich der Vorderräder, insbesondere in einem Hochgeschwindigkeitsbereich, und das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis R_d des Hinterrades ist gleich dem

linken und rechten Raddrehzahlverhältnis F_d des Vorderrades. Dementsprechend heben sich mit Bezug auf die Raddrehzahlabweichung D Veränderungen der linken und rechten Raddrehzahlverhältnisse F_d und R_d beim
5 Durchfahren einer Kurve gegeneinander auf, und die Abweichung bleibt unabhängig von Geradeausfahrt oder Kurvenfahrt gleich.

Als nächstes, wenn z.B. der Reifenluftdruck des
10 rechten vorderen Rades verringert ist, wird die Raddrehzahl mit Verringerung des Luftdruckes erhöht, und dementsprechend wird selbst bei Geradeausfahrt das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis F_d des Vorderrades erhöht. Unterdessen sind die Raddrehzahlen der linken und
15 rechten Hinterräder gleich, und daher bleibt das linke und rechte Raddrehzahlverhältnis R_d 1. Dementsprechend wird die Raddrehzahlabweichung D auf die positive Seite verändert entsprechend dem Betrag der Verringerung des Reifenluftdrucks. Die Raddrehzahlabweichung D wird
20 ähnlich verändert, wenn der Reifenluftdruck des anderen Rades verringert wird, und wenn der Reifenluftdruck des linken Vorderrades oder des rechten Hinterrades verringert wird, hat die Raddrehzahlabweichung D einen negativen Wert.

25 Nach Berechnung der Resonanzfrequenzen F_k (FR), F_k (FL), F_k (RR), F_k (RL) und der Raddrehzahlabweichung D bei den Schritten 100 und 200 fährt der Vorgang mit Schritt 300 fort.

30 Die Schritte 300-1100 zeigen den Betrieb eines Teils der Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit $2k$, d.h. der Bestimmungseinrichtung. Bei den Schritten 300 und 500 werden die Resonanzfrequenzen F_k (FR) und F_k (FL) der
35 Vorderräder jeweils mit einem Schwellenwert F_{sh} verglichen. Der Schwellenwert F_{sh} wird auf eine

Resonanzfrequenzzahl bei einem Luftdruck gesetzt, der als vermutlich platter Reifen erkannt wird. Wenn die Resonanzfrequenz F_k (FR) und F_k (FL) der Vorderräder F_{sh} überschreitet, wird ein Alarmsignal zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritte 400, 600). Entsprechend dem Alarmsignal wird ein Betrag an verringertem Luftdruck in einem numerischen Wert ausgegeben, und ein Fahrer kann die absolute Berechnung der Verringerung des Luftdrucks in einen numerischen Wert durchführen durch Verwendung der Alarmvorrichtung 3.

Als nächstes wird die Fahrzeuggeschwindigkeit V mit einer Grenzggeschwindigkeit V_{sh} verglichen, d.h. einem oberen Grenzwert (Schritt 700), und wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich oder kleiner als die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} ist, wird bestimmt, daß die Erfassungsgenauigkeit der Resonanzfrequenz unproblematisch ist, die Resonanzfrequenzen F_k (RR) und F_k (RL) der Hinterräder werden jeweils mit dem vorbestimmten Wert F_{sh} verglichen (Schritte 800, 1000), und wenn sie F_{sh} überschreiten, wird ein Alarmsignal zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritte 900, 1100). Die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} wird basierend auf der Erfassungsgenauigkeit oder dergleichen der Resonanzfrequenzen F_k (RR) und F_k (RL) der Hinteräder in Schritt 100R eingestellt.

Als nächstes werden bei Schritt 1200 durch Betrieb der Resonanzfrequenzspeichereinheit 2f die Resonanzfrequenzen F_k (FR), F_k (FL), F_k (RR) und F_k (RL) der jeweiligen Räder, die bei den Schritten 100F und 100R, die zur Bestimmung der Verringerung des Luftdruckes verwendet werden, berechnet werden, als Referenzwerte F_k (*)std jeweils aktualisiert und gespeichert (hier, *: FR, RL, RR, RL).

Bei Schritt 1300 wird durch Betrieb der Raddrehzahl-
abweichungsspeichereinheit 2i die bei Schritt 200 be-
rechnete Raddrehzahlabweichung D als Referenzwert D_{std}
aktualisiert und gespeichert.

5

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich oder größer
als die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} bei Schritt 700 ist,
fährt der Vorgang mit Schritt 1400 fort. Schritt 1400
bezeichnet eine

10 Druckdifferenzkriterienberechnungssubroutine, die durch
die Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2g
betrieben wird.

FIG. 7 zeigt einen detaillierten Ablauf der
15 Druckdifferenzkriterienberechnungssubroutine. Bei Schritt
1410 wird durch Betrieb einer
Rotationszustandsveränderungsbetragsberechnungs-
einrichtung der Referenzwert D_{std} , der in dem Speicher
gespeichert ist, ausgelesen, und ein
20 Druckdifferenzkriterium $\Delta D'$ wird durch die Gleichung (5)
berechnet:

$$\Delta D' = D - D_{std} \quad \dots(5)$$

25 Bei Schritt 1420 werden durch den Betrieb der
Resonanzfrequenzveränderungsbetragsberechnungseinrichtung
zeitweise verringerte Beträge der Resonanzfrequenzen der
Vorderräder durch Gleichung (6) und Gleichung (7)
berechnet:

30

$$\Delta F_k(FR) = F_k(FR)_{std} - F_k(FR) \quad \dots(6)$$

$$\Delta F_k(FL) = F_k(FL)_{std} - F_k(FL) \quad \dots(7)$$

35 Bei den Schritten 1430 und 1440 wird eine
Korrekturereinrichtung betrieben, und bei Schritt 1430 wird

ein Vorderraddruckdifferenzkorrekturwert FDC durch die Gleichung (8) berechnet. In der Gleichung (8) ist der Koeffizient C ein Koeffizient zum Umwandeln der Resonanzfrequenz in die Raddrehzahlabweichung, wenn der Reifenluftdruck verringert ist und wird in dem Speicher als Speichereinrichtung gespeichert. Der Koeffizient C wird zuvor durch Experimente oder dergleichen berechnet, die einen eigentlichen Laufzustand simulieren. Zum Beispiel, wenn das Druckdifferenzkriterium 5/100 ist und der Verringerungsbetrag der Resonanzfrequenz 8 Hz ist, wenn z.B. der Reifenluftdruck um 100 kPa verringert ist, ist C 1600.

$$FDC = \frac{\Delta F_k(FR) - \Delta F_k(FL)}{C} \quad \dots(8)$$

15

Die rechte Seite der Gleichung (8) stellt einen Betrag der Veränderung der Abweichung zwischen den Raddrehzahlen der linken und rechten Vorderräder dar, die durch die Differenz der Reifenluftdrücke der linken und rechten Vorderräder verursacht wird, und wenn die Luftdruckverringerung des Reifens des rechten Vorderrades größer ist, wird der Betrag positiv, und wenn die Luftdruckverringerung des Reifens des linken Vorderrades größer ist, wird der Betrag negativ.

25

Als nächstes wird das Druckdifferenzkriterium $\Delta D'$ durch Gleichung (9) korrigiert unter Verwendung des Vorderraddruckdifferenzkorrekturwertes FDC (Schritt 1440). In Gleichung (9) bezeichnet D das Druckdifferenzkriterium nach der Korrektur.

30

$$\Delta D = \Delta D' - FDC \quad \dots(9)$$

Wie oben erwähnt, stellt der Druckdifferenzkorrekturwert FDC den Betrag der Veränderung bei der Abweichung der Raddrehzahlen zwischen

35

dem linken und rechten Vorderrad dar, die durch die Reifenluftdruckdifferenz zwischen dem linken und rechten Vorderrad verursacht wird, und dementsprechend hängt das Druckdifferenzkriterium nach der Korrektur ΔD nur von der
5 Veränderung der Reifenluftdrücke der Hinterräder ab.

Die Schritte 1500-1900 zeigen andere Operationen der Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2k. Bei Schritt 1500 wird der Grad der Positivität oder Negativität des
10 Druckdifferenzkriteriums ΔD bestimmt. Wie oben erwähnt, hängt das Druckdifferenzkriterium ΔD nur von den Reifenluftdrücken der Hinterräder ab und wird mit einem negativen Wert versehen, wenn der Luftdruck des Reifens des rechten Hinterrades verringert ist, und einem
15 positiven Wert, wenn der Luftdruck des Reifens des linken Hinterrades verringert ist. Wenn ΔD negativ ist, wird ferner bestimmt, daß der Luftdruck des Reifens des rechten Hinterrades verringert ist, und der Vorgang fährt mit Schritt 1600 fort.

20 Die vordere Hälfte des Schrittes 1600 wird durch eine Antriebsradresonanzfrequenzberechnungseinrichtung betrieben, und ein Betrag der Veränderung der Resonanzfrequenz des rechten Hinterrades, die durch die
25 Verringerung des Reifenluftdruckes verursacht wird, wird berechnet. Die Resonanzfrequenz und die Raddrehzahlabweichung, wenn der Reifenluftdruck verringert ist, werden durch den oben erwähnten Koeffizienten C konvertiert, und daher ist der
30 Veränderungsbetrag der Resonanzfrequenz durch $C \cdot \Delta D$ gegeben. Die Resonanzfrequenz am Startpunkt der Veränderung der Resonanzfrequenz ist der Resonanzfrequenzreferenzwert $F_k(RR)_{std}$, der in dem Speicher gespeichert ist. Ferner ist ΔD mit einem ne-
35 gativen Wert bereitgestellt, wenn der Druck des Reifens des rechten Hinterrades verringert ist. Ferner wird der

Resonanzfrequenzreferenzwert $F_k(RR)_{std}$ von dem Speicher ausgelesen, und die Resonanzfrequenz des rechten Hinterrades wird als $F_k(RR)_{std} + C \cdot \Delta D$ berechnet.

- 5 Die hintere Hälfte des Schrittes 1600 wird durch den verbleibenden Teil der Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2k betrieben und die berechnete Resonanzfrequenz wird mit dem vorbestimmten Wert F_{sh} verglichen, und wenn die berechnete
- 10 Resonanzfrequenz F_{sh} überschreitet, wird ein Alarmsignal an die Alarmvorrichtung 3 herausgegeben (Schritt 1700). In Bezug auf das Alarmsignal wird, ähnlich dem Fall eines niedrigen Geschwindigkeitsbereiches, wo die Fahrzeuggeschwindigkeit V nicht die Grenzggeschwindigkeit
- 15 V_{sh} überschreitet, basierend auf der berechneten Resonanzfrequenz der Betrag der Verringerung des Luftdruckes als numerischer Wert ausgegeben.

- Ferner wird bestimmt, daß der Luftdruck des Reifens
- 20 des linken Hinterrades verringert ist, wenn das Druckdifferenzkriterium ΔD positiv ist, und der Vorgang fährt mit Schritt 1800 fort. Bei Schritt 1800 wird im wesentlichen die Prozedur von Schritt 1600 ausgeführt durch Ersetzen des rechten Hinterrades durch das linke
- 25 Hinterrad, und wenn der Luftdruck des Reifens des linken Hinterrades verringert ist, wird ΔD mit einem negativen Wert bereitgestellt, und daher wird die Resonanzfrequenz des linken Hinterrades mit $F_k(RL)_{std} - C \cdot \Delta D$ berechnet. Wenn der berechnete Wert der Resonanzfrequenz des linken
- 30 Hinterrades F_{sh} überschreitet, wird ähnlich dem Fall des rechten Hinterrades (Schritt 1700) ein Alarmsignal an die Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 1900).

- FIG. 8 zeigt zeitweise Veränderungen der
- 35 Resonanzfrequenz und der Fahrzeuggeschwindigkeit, und wenn der Reifenluftdruck durch eine Reifenpanne oder

ähnliches verringert ist, wird die Resonanzfrequenz ebenso verringert. Die Resonanzfrequenz wird durch direkte Berechnung berechnet, bevor die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet, die Resonanzfrequenz wird mit dem Alarmschwellenwert F_{sh} verglichen und die Anomalie des Luftdruckzustandes des Reifens wird warnend angezeigt (Resonanzpunktsystem). Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet mit Bezug auf das Hinterrad, wird die letzte Resonanzfrequenz vor Überschreiten der Grenzggeschwindigkeit V_{sh} basierend auf dem Resonanzfrequenzreferenzwert und dem Druckdifferenzkriterium ΔD berechnet, die berechnete Resonanzfrequenz wird mit dem Alarmschwellenwert F_{sh} verglichen und eine Anomalie des Luftdruckzustandes des Reifens wird warnend angezeigt.

(Zweite Ausführungsform)

FIG. 9 zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine Hinterradfrequenzexistenzbestimmungseinheit 21 ist zwischen der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2j und der Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2k in der ersten Ausführungsform, dargestellt in FIG. 1, bereitgestellt, und der Ablauf (Schritte 1400-1900), wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} bei Schritt 700 in FIG. 2 überschreitet, wird in eine Luftdruckverringerungsbestimmungs- und -alarmiersubroutine abgeändert, die die Druckdifferenzkriterien verwendet (FIG. 10). Die Luftdruckverringerungsbestimmungs- und -alarmiersubroutine, die die Druckdifferenzkriterien verwendet, ist in FIG. 11 dargestellt. In dieser Zeichnung sind die mit gleichen Nummern wie in FIG. 3 in Verbindung mit der ersten Ausführungsform bezeichneten Schritte ähnlich, und daher

wird eine Beschreibung gegeben, die sich auf die Unterschiede davon von der ersten Ausführungsform konzentriert.

5 In FIG. 11 wird bei Schritt 2010 bestimmt, ob die Resonanzfrequenzen $F_k(FR)_{std}$ und $F_k(FL)_{std}$ der Reifen der Vorderräder erfaßt wurden, und wenn sie nicht erfaßt wurden, werden $F_k(FR)$ und $F_k(FL)$, die in Schritt 100F berechnet wurden, als $F_k(FR)_{std}$ und $F_k(FL)_{std}$ bestimmt
10 (Schritt 2020).

Nachfolgend wird bestimmt, ob der Referenzwert D_{std} der Raddrehzahlabweichung erfaßt wurde, und wenn er nicht erfaßt wurde, wird das Druckdifferenzkriterium D , das in
15 Schritt 200 berechnet wurde (FIG. 10), als D_{std} bestimmt (Schritt 2040), und die Hauptroutine ist beendet.

Wenn der Referenzwert D_{std} der Druckdifferenzkriterien erfaßt wurde (Schritt 2030), wird
20 die Druckdifferenzkriterienberechnungssubroutine (Schritt 1400) ähnlich der ersten Ausführungsform ausgeführt, wobei das Druckdifferenzkriterium ΔD erhalten wird.

Als nächstes wird bei Schritt 2050 die
25 Hinterradfrequenzexistenzbestimmungseinheit 21 betrieben, und es wird bestimmt, ob die Resonanzfrequenzen $F_k(RR)_{std}$ und $F_k(RL)_{std}$ der Reifen der Hinterräder erfaßt wurden. In einem sehr frühen Stadium, unmittelbar nach Inbetriebnahme eines Fahrzeugs wurden die
30 Resonanzfrequenzreferenzwerte der Hinterräder, die zur Beurteilung der Resonanzfrequenzen der Hinterräder notwendig sind, noch nicht gespeichert. Dementsprechend können, wenn z.B. ein Fahrzeug von einem Parkplatz oder ähnlichem auf eine Fahrbahn rasch beschleunigt und sich
35 in den Verkehr einfügt und die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzfahrzeuggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet, die

Resonanzfrequenzen der Hinterräder nicht erfaßt werden, bevor die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzfahrzeuggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet. Daher werden getrennte Prozeduren ausgeführt in dem Fall, wo
5 die Resonanzfrequenzreferenzwerte der Hinterräder gespeichert werden, und in dem Fall, wo sie nicht gespeichert werden. Wenn die Resonanzfrequenzen $F_k(RR)_{std}$ und $F_k(RL)_{std}$ der Reifen der Hinterräder erfaßt wurden, werden ähnlich der ersten Ausführungsform die Schritte
10 1500-1900 ausgeführt.

Wenn die Resonanzfrequenzen $F_k(RR)_{std}$ und $F_k(RL)_{std}$ der Reifen der Hinterräder nicht erfaßt wurden (Schritt 2050), wird der Betrag $|\Delta D|$ des Druckdifferenzkriteriums
15 ΔD mit dem Schwellenwert D_{sh} verglichen. Das Druckdifferenzkriterium ΔD hängt nur von der Veränderung der Reifenluftdruckdifferenz der Hinterräder ab, und daher weicht das Druckdifferenzkriterium ΔD merklich positiv oder negativ ab, wenn einer der Luftdrücke der
20 Reifen der Hinterräder verringert ist. Der Schwellenwert D_{sh} ist ein Wert des Druckdifferenzkriteriums ΔD , wobei die Verringerung des Luftdruckes bestimmt werden kann, und wird in einem Speicher der
Berechnungsverarbeitungseinheit 2 durch vorheriges
25 Einstellen durch Experimente oder ähnliches gespeichert.

Wenn $|\Delta D|$ größer ist als D_{sh} , wird das Vorzeichen von ΔD bestimmt (Schritt 2070). Wenn der Luftdruck des Hinterrades verringert ist, wird das Drehzahlverhältnis
30 zwischen dem linken und rechten Hinterrad R_d erhöht, und das Druckdifferenzkriterium ΔD ist negativ. Dementsprechend wird ein Alarmsignal, das vor der Verringerung des Luftdruckes des rechten Hinterrades warnt, an die Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt
35 2080), wenn das Vorzeichen des Druckdifferenzkriteriums ΔD negativ ist, und umgekehrt wird ein Alarmsignal, das

vor der Verringerung des Luftdruckes des linken Hinterrades warnt, an die Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 2090), wenn das Vorzeichen des Druckdifferenzkriteriums ΔD positiv ist.

5

Im übrigen wird in Schritt 2060 bestimmt, daß der Reifenluftdruckzustand normal ist, wenn $|\Delta D|$ kleiner als D_{sh} ist.

10 (Dritte Ausführungsform)

FIG. 12 zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine Raddrehzahlabweichungsstandardbestimmungseinheit 2m ist an der Vorstufe der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2j der zweiten Ausführungsform bereitgestellt, wie sie in FIG. 9 gezeigt ist, und die Luftdruckverringerungs-Bestimmungs- und Alarmiersubroutine, die die durch FIG. 11 dargestellten Druckdifferenzkriterien verwendet, wird in eine andere Luftdruckverringerungs-Bestimmungs- und Alarmiersubroutine verändert, die die Druckdifferenzkriterien verwendet. Die LuftdruckverringerungsBestimmungs- und Alarmiersubroutine, die die Druckdifferenzkriterien verwendet, ist in FIG. 13 dargestellt. In FIG. 13 sind Schritte, die die gleichen Nummern wie in FIG. 11 bei der Erläuterung der zweiten Ausführungsform beschrieben aufweisen, ähnlich, und daher wird sich eine Erläuterung auf die Unterschiede davon zur zweiten Ausführungsform konzentrieren.

Gemäß der Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung der zweiten bevorzugten Ausführungsform wird das Druckdifferenzkriterium ΔD berechnet, selbst wenn ein Fahrzeug rasch von einem Parkplatz oder ähnlichem auf eine Fahrbahn beschleunigt und sich in den Verkehr

einfügt, und die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzfahrzeuggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet, wodurch die Resonanzfrequenzen der Hinterräder nicht abgetastet werden können (Schritt 1400 in FIG. 11), wodurch die

5 Reifenluftdruckzustände der jeweiligen Hinterräder bestimmt werden können. Allerdings benötigt das Druckdifferenzkriterium ΔD Daten an zwei Zeitpunkten, und dementsprechend tritt eine Zeitverzögerung auf bis das erste Druckdifferenzkriterium ΔD berechnet wird, und

10 selbst wenn eine Reifenpanne oder ähnliches an dem Hinterrad verursacht wird, kann es in einem frühen Stadium nicht gewußt werden, wenn ein Fahrzeug rasch aus einem Parkplatz oder ähnlichem auf eine Fahrbahn beschleunigt und sich in den Verkehr einfügt und die

15 Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzfahrzeuggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet, während der Luftdruck eines bestimmten Reifens außerordentlich niedrig ist und eine merkliche Fahrzeuggeschwindigkeitsabweichung auftritt.

20

Daher wird gemäß der Ausführungsform in FIG. 13 bestimmt, daß die Raddrehzahlabweichung D der Referenzwert D_{std} ist (Schritt 2040), wenn der Referenzwert D_{std} der Raddrehzahlabweichung nicht erfaßt

25 wurde (Schritt 2030), und danach wird der Betrag $|D|$ der Raddrehzahlabweichung D mit einem Standardwert D_{dsh} verglichen, und wenn der Betrag $|D|$ größer als der Standardwert D_{dsh} ist, wird ein Alarmsignal zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 3020). Dadurch

30 kann selbst in einem Zustand, in dem der Druck des Reifens eines der Hinterräder vom Start des Betriebs an niedrig ist, die Anomalie des Luftdruckzustandes des Reifens in einem frühen Stadium gewußt werden, selbst wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit V die

35 Grenzfahrzeuggeschwindigkeit V_{sh} unmittelbar nach Beginn des Betriebs des Fahrzeugs überschreitet.

Im übrigen kann eine Fahrzeugbeschleunigung berechnet werden, obwohl die Abweichung der Rotationszustände der linken und rechten Räder in den oben beschriebenen
5 jeweiligen Ausführungsformen auf das Raddrehzahlverhältnis eingestellt werden, so z.B. von einer Differenz zwischen den Raddrehzahlen an aufeinanderfolgenden Zeitpunkten, und die Abweichung der Rotationszustände der linken und rechten Räder kann als
10 das Radbeschleunigungsverhältnis bestimmt werden.

Ferner kann eine von der Abweichung der Rotationszustände der linken und rechten Räder abhängige Funktion verwendet werden, wie z.B. ein Vorder- zu
15 Hinterrad-Verhältnis der linken zu rechten Raddrehzahlverhältnisse, wo Veränderungen der Abweichung der Rotationszustände der linken und rechten Räder bei Richtungsänderung aufgehoben werden, obwohl der Rotationszustandswert als die Raddrehzahlabweichung
20 bestimmt ist, dargestellt durch die Differenz zwischen Vorder- und Hinterrad der linken und rechten Raddrehzahlverhältnisse.

(Vierte Ausführungsform)

25 Bevor die vierte Ausführungsform detailliert beschrieben wird, wird das durch die Erfinder vor der Erfindung bereitgestellte Wissen erläutert. Die Erfinder haben folgendes Wissen als Ergebnis intensiver
30 Wiederholung der experimentellen Forschung an Raddrehzahlen und Reifenluftdrücken eines vierradgetriebenen oder heckgetriebenen Fahrzeugs bei Betrieb des Fahrzeugs herausgefunden.

35 Die Raddrehzahlabweichung D , d.h. der Rotationszustandswert, wird entsprechend der Gleichung

(10) von den erfaßten Raddrehzahlen von vier Rädern berechnet, und ein Vorder- zu Hinterrad-Rotationsverhältnis β , d.h. ein Schlupfzustandswert, wird mit der Gleichung (11) berechnet. In diesen Gleichungen ist V_{FR} die rechte Vorderraddrehzahl, V_{FL} ist die linke Vorderraddrehzahl, V_{RR} ist die rechte Hinterraddrehzahl und V_{RL} ist die linke Hinterraddrehzahl. Die Raddrehzahlabweichung D ist eine Variable, die als eine Differenz zwischen den Vorder- und Hinterrädern mit Bezug auf die Raddrehzahlverhältnisse der linken zu den rechten Rädern gegeben wird, wobei der Wert nicht von einer Richtungsänderungsoperation des Fahrzeugs als Ganzes abhängt, und wenn der Luftdruck von einem Rad der vier Räder durch eine Reifenpanne oder ähnliches verringert wird, wird der Wert erhöht oder verringert. Das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β stellt einen Grad des Schlupfzustandes dar, der bei den angetriebenen Rädern durch die Wirkungsweise der Antriebskraft verursacht wird, die zu den Antriebsrädern übertragen wird, und zeigt die Charakteristik, daß, je kleiner das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β ist, umso mehr die Antriebsräder im Fall des Heckantriebs rutschen.

$$D = \frac{V_{FR}}{V_{FL}} - \frac{V_{RR}}{V_{RL}} \quad \dots(10)$$

$$\beta = \frac{V_{FR} + V_{FL}}{V_{RR} + V_{RL}} \quad \dots(11)$$

FIGN. 16-18 zeigen die Beziehung zwischen der Raddrehzahlabweichung D und dem Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β . FIG. 18 zeigt einen Fall, in dem die vier Räder unter einem vorbestimmten Druck sind. FIG. 17 zeigt einen Fall, in dem das linke Vorderrad (angetriebenes Rad) einen bestimmten Druck aufweist - 100 kPa, und FIG. 18 zeigt einen Fall, in dem das rechte Hinterrad (Antriebsrad), das an einer diagonalen Position

zum linken Vorderrad angeordnet ist, einen vorgeschriebenen Druck - 100 kPa, aufweist. Wenn das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β 1 ist, d.h. das Fahrzeug rutscht nicht, bleibt die Raddrehzahlabweichung

5 D unabhängig davon, ob das Rad, das einen verringerten Reifendruck aufweist, ein angetriebenes Rad (FIG. 16) oder ein Antriebsrad (FIG. 17) ist. Allerdings nähert sich in dem Fall, in dem das Rad, das einen verringerten Reifenluftdruck aufweist, ein Antriebsrad ist, wenn das

10 Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β kleiner wird, die Raddrehzahlabweichung D dem, in dem Fall eines vorgeschriebenen Druckes (FIG. 18). Wenn das Rad, das einen verringerten Reifenluftdruck aufweist, ein angetriebenes Rad ist, wird keine Abhängigkeit in Bezug

15 auf das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β beobachtet.

Es wird beobachtet, daß das folgende Phänomen auftritt. Im allgemeinen wird der Rotationsradius des

20 Rades verringert und die Raddrehzahl wird höher als die Raddrehzahl anderer Räder, wenn der Reifenluftdruck eines Rades verringert ist. Wenn das Rad, das einen verringerten Reifenluftdruck aufweist, eines der Antriebsräder ist, wird allerdings, obwohl der

25 Rotationsradius des Rades verringert ist, die Bodenfläche erhöht, und dementsprechend wird eine große Kraft zum Zurückhalten des Schlupfes verglichen mit der des anderen Antriebsrades verursacht, das keinen verringerten Reifenluftdruck aufweist. Dementsprechend ist es

30 einfacher für einen Reifen, der keinen verringerten Reifenluftdruck aufweist, zu rutschen, im Vergleich zu einem Reifen, der einen verringerten Reifenluftdruck aufweist, bei dem der Rotationsradius des Rades verringert ist, wenn die Antriebskraft wirksam ist.

35 Dementsprechend wird die Differenz zwischen den linken und rechten Raddrehzahlen kleiner in Übereinstimmung mit

der Antriebskraft in dem Fall des Antriebsrades, selbst wenn der Reifenluftdruck eines der Räder verringert ist.

Demzufolge nähert sich die Raddrehzahlabweichung D einem Wert, wo alle vier Räder unter einem vorbestimmten Reifenluftdruck (FIG. 18) sind, in Übereinstimmung mit dem Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β in dem Fall, in dem der Reifenluftdruck eines der Antriebsräder verringert ist.

10

Zwischenzeitlich bleibt die Raddrehzahlabweichung D konstant, selbst wenn das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β verändert ist, wenn das Rad mit verringertem Reifenluftdruck ein Antriebsrad ist.

15

Ferner bleibt die Raddrehzahlabweichung D nicht konstant abhängig von dem Schlupfzustand der Antriebsräder, da ein solches Phänomen verursacht wird, und es wird erkannt, daß die Erfassungssicherheit des Reifenluftdrucks sich verringert.

20

Die vorliegende Erfindung wurde basierend auf solchem Wissen ausgeführt.

FIG. 19 zeigt eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung ist an einem Fahrzeug mit Vorderradantrieb oder Hinterradantrieb befestigt und wird realisiert durch Raddrehzahlsensoren 1a, 1b, 1c und 1d, die Raddrehzahlerfassungseinrichtungen sind, die in Übereinstimmung mit den jeweiligen Rädern des Fahrzeugs bereitgestellt sind, eine Berechnungsverarbeitungseinheit 2 zum Eingeben von Signalen von den Raddrehzahlsensoren 1a-1d und eine Alarmeinrichtung 3 zum Warnen, um einen Fahrer über die

35

Verringerung des Luftdruckes durch ein Alarmsignal von der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 zu informieren. Zwei der Raddrehzahlsensoren 1a-1d (z.B. 1a, 1b) entsprechen den angetriebenen Rädern, und die
5 verbleibenden zwei (z.B. 1c, 1d) entsprechen den Antriebsrädern.

Eine Erläuterung der funktionellen Konstitution der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 wird wie folgt gegeben.
10 Von den Raddrehzahlsensoren 1a-1d eingegebene Impulssignale werden in numerische Daten der Raddrehzahlen durch eine Raddrehzahlberechnungseinheit 2a ausgebildet. Die numerischen Daten der Raddrehzahlen werden in eine Raddrehzahlabweichung durch eine
15 Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2b ausgebildet und in ein Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis durch eine Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnisberechnungseinheit 2g umgeformt.

20 Die Raddrehzahlabweichung wird in eine Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e über eine Raddrehzahlabweichungsdurchschnittsbildungseinheit 2c eingegeben. Eine Raddrehzahlabweichungsspeichereinheit 2d speichert das Berechnungsergebnis von der
25 Raddrehzahlabweichungsdurchschnittsbildungseinheit 2c und gibt es zu der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e aus. Die Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e formt die eingegebenen Daten in ein Druckdifferenzkriterium um.

30 Zwischenzeitlich wird das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis in einer Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k über eine Berechnungsergebnisspeichereinheit 2h und eine
35 Schlupfabweichungsberechnungseinheit 2i eingegeben. Eine Schlupfabweichungsspeichereinheit 2j speichert das

Berechnungsergebnis von der
Schlupfabweichungsberechnungseinheit 2i und gibt es zu
der Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k aus. Die
Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k formt die
5 eingegebenen Daten in ein Schlupfkriterium um. Die von
der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e und der
Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k ausgegebenen Daten
werden in Kriteriendaten des Luftdruckzustandes umgeformt
durch eine Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2f
10 und zu einer Alarmvorrichtung 3 ausgegeben.

Die Berechnungsverarbeitungseinheit 2 besteht aus
einem Mikroprozessor oder ähnlichem und die oben
beschriebenen jeweiligen Funktionen werden in einer
15 Software ausgeführt. FIG. 20 zeigt einen
Verarbeitungsfluß von der Raddrehzahlberechnung zu dem
Warnen bezüglich einer Luftdruckverringerung, die durch
die Berechnungsverarbeitungseinheit 2 ausgeführt wird.
Bei Schritt 101 werden die Raddrehzahlen der jeweiligen
20 Räder von den Anzahlen der Impulssignale von den
jeweiligen Raddrehzahlsensoren 1a-1d berechnet, die in
einer vorbestimmten Zeitperiode, z.B. 5 ms, durch Betrieb
der Raddrehzahlberechnungseinheit 2a, die die
Raddrehzahlerfassungseinrichtung zusammen mit den
25 Raddrehzahlsensoren 1a-1d realisiert, eingegeben werden.
Die Berechnung der Raddrehzahlen wird bei einer Periode
von z.B. 0,5 sec durchgeführt. Als nächstes wird eine
Anzahl von Berechnungen N um 1 inkrementiert.

30 Bei Schritt 102 wird die Radzahlabweichung D mit
Gleichung (10) berechnet durch Betrieb der
Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2b, d.h. der
Rotationszustandswertberechnungseinrichtung.

35 Bei Schritt 103 wird das Vorder- zu Hinterrad-
Drehzahlverhältnis β mit Gleichung (11) basierend auf den

Raddrehzahlen V_{FR} , V_{FL} , V_{RR} und V_{RL} , die in Schritt 102 verwendet werden, berechnet durch Betrieb der Schlupfabweichungsberechnungseinheit 2i, d.h. der Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlabweichungsberechnungseinrichtung.

5

Bei den Schritten 103 und 105 werden die Berechnungsergebnisse von Schritt 102 und 104 zeitweise in einem Speicher gespeichert durch Betrieb der Berechnungsergebnisspeichereinheit 2h. Die Parameter $D(N)$ und $\beta(N)$ sind Parameter, die einen Betrag n_0 aufweisen, und die berechnete Raddrehzahlabweichung D und das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β werden zu den entsprechenden $D(N)$ und $\beta(N)$ gespeichert (Schritte 103, 105).

15

Bei Schritt 106 wird die Anzahl von Berechnungen N mit dem vorbestimmten Wert n_0 verglichen. Wenn $N < n_0$, kehrt der Vorgang zu Schritt 101 zurück. Wenn $N \geq n_0$, d.h. wenn n_0 -mal Berechnen und Halten (Schritte 102-105) der Raddrehzahlabweichung D und des Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnisses β durchgeführt wurden, fährt der Vorgang mit Schritt 107 fort.

Schritt 107 wird durch eine Regressionsberechnungseinrichtung durchgeführt, und Daten von n_0 -Sätzen der Raddrehzahlabweichung D und des Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnisses β werden von dem Speicher gelesen und werden in eine Funktion erster Ordnung durch eine Methode der kleinsten Quadrate zurückentwickelt. Das heißt, die Steigung A der Regressionsgeraden ist durch eine Funktion $F(D, \beta, n_0)$ aus $\{D(N)\}$, $\{\beta(N)\}$ und n_0 gegeben, und daher wird berechnet und bestimmt, daß die Steigung die Schlupfabweichung A , d.h. ein Schlupfzustandswert, ist.

Die Schlupfabweichung A zeigt eine Abhängigkeit von der

Raddrehzahlabweichung D in Bezug auf das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β .

Bei Schritt 108 werden n_0 der Raddrehzahlabweichungen $D(N)$ ($N = 1$ bis n_0) mit der Gleichung (12) gemittelt durch Betrieb der Raddrehzahlabweichungsmittelwertbildungseinheit 2c (die gemittelte Raddrehzahlabweichung ist ebenfalls mit D bezeichnet):

10

$$D = \frac{1}{n_0} \sum D(N) \quad \dots (12)$$

Als nächstes wird bestimmt, ob der Referenzwert D_{std} der Raddrehzahlabweichung D erfaßt wurde (Schritt 109), und wenn er nicht erfaßt wurde, wird bestimmt, daß die Schlupfabweichung A und die Raddrehzahlabweichung D , die in den Schritten 107 und 108 berechnet wurden, jeweils der Referenzwert A_{std} der Schlupfabweichung und der Referenzwert D_{std} der Raddrehzahlabweichung sind (Schritte 110, 111), und der Vorgang kehrt zu Schritt 101 zurück. Das heißt, der Referenzwert A_{std} der Schlupfabweichung und der Referenzwert D_{std} der Raddrehzahlabweichung sind die Schlupfabweichung A und die Raddrehzahlabweichung D , welche nach dem Start der Vorrichtung zuerst berechnet wurden und im wesentlichen der Schlupfabweichungswert A und die Raddrehzahlabweichung D beim Starten der Vorrichtung sind, d.h. der Referenzzeitpunkt.

Wenn die Referenzwerte A_{std} und D_{std} gesetzt sind, fährt der Vorgang danach von den Schritten 109-112 fort (FIG. 21). Bei Schritt 112 wird durch Betrieb der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e das Druckdifferenzkriterium ΔD mit der Gleichung (13) berechnet. Entsprechend dem Druckdifferenzkriterium ΔD

wird die aktuelle Raddrehzahlabweichung D mit dem Referenzwert D_{std} als ein Offsetbetrag korrigiert, und aufgrund der Korrektur wird der Einfluß der Reifenabnutzungszustände der jeweiligen Räder beim Starten der Vorrichtung, die in der Raddrehzahlabweichung D enthalten ist, entfernt. Die Veränderung des Reifenluftdruckzustands vom Start der Vorrichtung ist in dem Druckdifferenzkriterium ΔD widergespiegelt.

$$10 \quad \Delta D = D_{\text{std}} - D \quad (\dots(13))$$

Die Schritte 113-121 werden durch die Anomaliebestimmungseinrichtung durchgeführt. Bei Schritt 113 wird der Betrag $|\Delta D|$ des Druckdifferenzkriteriums ΔD mit dem Schwellenwert D_{Sh} verglichen, der ein oberer Grenzwert ist. Der Schwellenwert D_{Sh} ist ein Wert, der als Luftdruckverringerung bestimmt werden kann und der zuvor durch Experimente oder dergleichen gesetzt wurde und in dem Speicher der Berechnungsverarbeitungseinheit 2 gespeichert wurde.

Wenn $|\Delta D|$ kleiner als D_{Sh} ist, wird bestimmt, daß der Reifenluftdruck normal ist. Wenn andererseits $|\Delta D|$ größer als D_{Sh} ist, wird bestimmt, daß der Reifenluftdruck verringert ist, und der Vorgang fährt mit Schritt 114 fort.

Bei Schritt 114 wird durch Betrieb der Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k das Schlupfkriterium ΔA mit der Gleichung (14) berechnet. Es wird bestimmt, daß das Schlupfkriterium ΔA eine Differenz zwischen der Schlupfabweichung A und dem Referenzwert A_{st} ist, um den Einfluß von Reifenabnutzungszuständen der jeweiligen Räder beim Starten der Vorrichtung zu entfernen, wie in dem Fall des Druckdifferenzkriteriums Δp .

$$\Delta A = A_{std} - A$$

...(14)

Bei Schritt 115 wird der Grad an Positivität oder
5 Negativität des Druckdifferenzkriteriums ΔD bestimmt.
Wenn das Druckdifferenzkriterium ΔD negativ ist, wird die
Raddrehzahl V_{FL} des linken Vorderrades (FL) oder die
Raddrehzahl V_{RR} des rechten Hinterrades (RR) erhöht, und
dementsprechend wird bestimmt, daß der Reifenluftdruck
10 des linken Vorderrades (FL) oder des rechten Hinterrades
(RR) verringert wurde, und der Vorgang fährt mit Schritt
116 fort. Bei Schritt 116 wird bestimmt, ob das
Schlupfkriterium ΔA als 0 erkannt wird. Wenn das
Schlupfkriterium ΔA als 0 erkannt wird, ist ein
15 angetriebenes Rad mit einem verringerten Reifenluftdruck
ausgestattet, und ein Alarmsignal, das vor einer
Verringerung des Reifenluftdruckes des linken Vorderrades
(FL) warnt, wird zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben
(Schritt 117). Wenn das Schlupfkriterium ΔA nicht als 0
20 erkannt wird, ist ein Antriebsrad mit dem verringerten
Reifenluftdruck ausgestattet, und ein Alarmsignal, das
vor einer Verringerung des Reifenluftdruckes des rechten
Hinterrades (RR) warnt, wird zu der Alarmvorrichtung 3
ausgegeben (Schritt 118).

25

Wenn das Druckkriterium ΔD bei Schritt 115 positiv
ist, wird die Raddrehzahl V_{FR} des rechten Vorderrades
(FR) oder die Raddrehzahl V_{RL} des linken Hinterrades (RL)
erhöht, und dementsprechend wird bestimmt, daß der
30 Luftdruck des rechten Vorderrades (FR) oder des linken
Hinterrades (RL) verringert ist, und der Vorgang fährt
mit Schritt 119 fort. Wenn das Schlupfkriterium ΔA als 0
erkannt wird, ist ein angetriebenes Rad mit dem
verringerten Reifenluftdruck ausgestattet, und ein
35 Alarmsignal, das vor einer Verringerung des Luftdrucks
des rechten Vorderrades (FR) warnt, wird zu der

Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 120). Wenn das Schlupfkriterium ΔA nicht als 0 erkannt wird, ist ein Antriebsrad mit dem verringerten Reifenluftdruck ausgestattet, und ein Alarm, der vor der Verringerung des Luftdruckes des linken Hinterrades (RL) warnt, wird zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 121).

Wie oben beschrieben, kann gemäß dieser Ausführungsform das Rad mit verringertem Reifenluftdruck von den jeweiligen Raddrehzahlen der vier Räder bestimmt werden.

(Fünfte Ausführungsform)

FIG. 22 zeigt eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Berechnungsverarbeitungseinheit 2 der vierten Ausführungsform wird durch eine andere Berechnungsverarbeitungseinheit 2A ersetzt. Ein Verarbeitungsfluß von der Raddrehzahlberechnung bis zur Warnung bezüglich einer Luftdruckverringerung, die in der Berechnungsverarbeitungseinheit 2A ausgeführt wird, ist in den FIGN. 23 und 24 gezeigt. In diesen Zeichnungen sind Teile, die dieselben Nummern wie in den FIGN. 19-21 aufweisen, ähnlich, und daher wird eine Erläuterung mit Konzentration auf die Unterschiede davon zur vierten Ausführungsform gegeben. Entsprechend der Berechnungsverarbeitungseinheit 2A der FIG. 22 wird die Schlupfkriterienberechnungseinheit 2k der FIG. 19 weggelassen, und eine Raddrehzahlabweichungskorrekturereinheit 2m zum Eingeben der jeweiligen Ausgaben von der Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2b, der Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnisberechnungseinheit 2g und der Berechnungsergebnisspeichereinheit 2h ist an der Vorstufe

der Raddrehzahlabweichungsmittelwertbildungseinheit 2c bereitgestellt.

In FIG. 23 werden die dem Schritt 107 nachfolgenden Schritte 201 und 202, wo die Schlupfabweichung A berechnet wird, durch die Rotationszustandskorrekturereinrichtung durchgeführt. Bei Schritt 201 wird $D(N)$ durch Betrieb der Raddrehzahlabweichung $2m$ mit der Gleichung (15) korrigiert. In der Gleichung (15) bezeichnet $D'(N)$ die Raddrehzahlabweichung nach der Korrektur und ist eine Anordnung, die den Betrag von n_0 aufweist.

$$D'(N) = D(N) + A(1-\beta) \quad \dots (15)$$

FIG. 24 ist eine Darstellung, die die Korrektur der Raddrehzahlabweichung D durch Gleichung (14) erläutert. Die gestrichelte Linie ist eine Regressionsgerade, basierend auf n_0 -Sätzen von Raddrehzahlabweichungen D und den Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnissen β . $A(1-\beta)$ in Gleichung (15) bezeichnet einen Betrag der Raddrehzahlabweichung D auf der Regressionsgeraden, wenn das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β von β auf 1 verändert wird, d.h. den Referenzwert. Das heißt, entsprechend Gleichung (14) werden die jeweiligen Raddrehzahlabweichungen $D(N)$ parallel entlang der Regressionsgeraden verschoben, wodurch der Wert zu dem Wert des Vorder- zu Hinterrad-Verhältnisses $\beta=1$ korrigiert wird. Hier bezeichnet 1 das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis β , wenn die Antriebsräder nicht rutschen, und obwohl das Verhältnis vorzugsweise der Referenzwert ist, ist die vorliegende Erfindung nicht notwendigerweise darauf begrenzt und kann modifiziert werden, solange das nicht dem Kern der vorliegenden Erfindung widerspricht.

Bei Schritt 202 werden durch Betrieb der Raddrehzahlabweichungsdurchschnittsbildungseinheit 2c die Daten der Raddrehzahlabweichungen $D'(N)$ durch die Gleichung (16) gemittelt.

5

$$D' = \frac{1}{n_0} D'(N) \quad \dots(16)$$

Als nächstes wird bestimmt, ob der Referenzwert D'_{std} der Raddrehzahlabweichung D' erfaßt wurde (Schritt 203),
 10 und wenn es nicht bestimmt wurde, wird bestimmt, daß die Raddrehzahlabweichung D' , die bei Schritt 202 berechnet wurde, der Referenzwert D'_{std} der Raddrehzahlabweichung (Schritt 204) ist, und der Vorgang kehrt zu Schritt 101 zurück.

15

Wenn D_{std} einmal gesetzt ist, fährt der Vorgang danach von den Schritten 203 zu 205 fort (FIG. 25). Bei Schritt 205 wird durch Betrieb der Druckdifferenzkriterienberechnungseinheit 2e das
 20 Druckdifferenzkriterium $\Delta D'$ mit Gleichung (17) berechnet:

$$\Delta D' = D'_{std} - D'$$

Die Schritte 206-209 werden durch die
 25 Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2f durchgeführt, d.h. die Anomaliebestimmungseinrichtung. Bei Schritt 206 wird der Betrag $|\Delta D'|$ des Druckdifferenzkriteriums $\Delta D'$ mit dem Schwellenwert D'_{sh} verglichen, d.h. einem oberen Grenzwert. Der Schwellenwert D'_{sh} ist ein Wert, der die
 30 Verringerung des Luftdruckes bestimmen kann, und ist in dem Speicher der Berechnungsverarbeitungseinheit 2A gespeichert durch vorheriges Setzen durch Experimente oder dergleichen.

Wenn $|\Delta D'|$ kleiner als D'_{sh} ist, wird bestimmt, daß der Reifenluftdruck normal ist.

Wenn $|\Delta D'|$ größer als D'_{sh} ist, wird bestimmt, daß
 5 der Reifenluftdruck verringert ist, und der Vorgang fährt mit Schritt 207 fort, und der Grad der Positivität oder Negativität von $\Delta D'$ wird bestimmt. Wenn $\Delta D'$ negativ ist, ist die Raddrehzahl V_{FL} des linken Vorderrades (FL) oder die Raddrehzahl V_{RR} des rechten Hinterrades (RR) erhöht,
 10 und dementsprechend wird bestimmt, daß der Reifenluftdruck des linken Vorderrades (FL) oder des rechten Hinterrades (RR) verringert ist, und ein Alarmsignal, das davor warnt, wird zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 208).

15 Wenn das Druckdifferenzkriterium $\Delta D'$ bei Schritt 207 positiv ist, wird die Raddrehzahl V_{FR} des rechten Vorderrades (FR) oder die Raddrehzahl V_{RL} des linken Hinterrades (RL) erhöht, und dementsprechend wird
 20 bestimmt, daß der Luftdruck des rechten Vorderrades (FR) oder des linken Hinterrades (RL) verringert ist, und ein Alarmsignal wird dahingehend zu der Alarmvorrichtung 3 ausgegeben (Schritt 209).

25 Die FIGN. 26A und 26B sind Darstellungen zum Vergleichen der vorliegenden Erfindung mit der herkömmlichen Technologie, die keine Korrektur durch Gleichung (15) aufweist, und zeigt eine Beziehung zwischen der Raddrehzahlabweichung D und dem
 30 Reifenluftdruck. Gemäß der herkömmlichen Technologie (FIG. 26A) ist, je niedriger der Reifenluftdruck, desto größer die Abweichung der Raddrehzahlabweichung D . Im Gegenteil wird gemäß der vorliegenden Erfindung (FIG. 26B) die Raddrehzahlabweichung D auf einen Wert
 35 korrigiert, wenn das Vorder- zu Hinterrad-Drehzahlverhältnis 1 ist, d.h. wenn die Antriebsräder

nicht rutschen, und selbst wenn der Schlupfstatus durch eine Veränderung der Antriebskraft, die zu den Antriebsrädern übertragen wird, verteilt ist, wird der Einfluß entfernt, und dementsprechend bleibt die
5 Verteilung der Raddrehzahlabweichung D klein, selbst wenn der Reifenluftdruck verringert ist. Daher ist gemäß der Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung dieser Ausführungsform die Erfassungsgewißheit für die Verringerung des Reifenluftdrucks hoch.

10

(Sechste Ausführungsform)

FIG. 27 zeigt eine
Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung gemäß einer sechsten
15 bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Berechnungsverarbeitungseinheit 2 in der vierten Ausführungsform wird durch eine andere Berechnungsverarbeitungseinheit 2B ersetzt. Die funktionale Beschaffenheit der Berechnungsverarbeitungseinheit 2B ähnelt der der fünften
20 Ausführungsform. Ein Verarbeitungsfluß von der Raddrehzahlberechnung zur Warnung vor einer Luftdruckverringerung, die in der Berechnungsverarbeitungseinheit 2B ausgeführt wird, ist in den FIGN. 28 und 29 gezeigt. In diesen Figuren sind Teile, die dieselben Nummern wie in den FIGN. 19-21 und den FIGN. 22-24 aufweisen, ähnlich, und dementsprechend wird eine Erläuterung mit Konzentration auf die
25 Unterschiede davon von der vierten und fünften Ausführungsform gegeben. In FIG. 27 werden Daten, die von der Raddrehzahlabweichungsberechnungseinheit 2b ausgegeben werden, zu der Berechnungsergebnisspeichereinheit 2h und der Raddrehzahlabweichungsmittelwertbildungseinheit 2c über
30 die Raddrehzahlabweichungskorrektureinheit 2m eingegeben. Daten von der Schlupfabweichungsberechnungseinheit 2i

werden zu der Raddrehzahlabweichungskorrekturereinheit 2m
eingegeben.

Bei Schritt 203 von FIG. 28 werden, wenn der
5 Referenzwert D'_{std} der Raddrehzahlabweichung D' erfaßt
wurde, der Schlupfabweichungswert A und die
Raddrehzahlabweichung D' , die in den Schritten 107 und
202 berechnet werden, jeweils als Referenzwert A_{std} des
Schlupfabweichungswertes und als Referenzwert D'_{std} der
10 Raddrehzahlabweichung bestimmt (Schritte 110, 204), und
der Vorgang kehrt zu Schritt 101 zurück.

Wenn der Referenzwert A_{std} des
Schlupfabweichungswertes und der Referenzwert D'_{std} der
15 Raddrehzahlabweichung einmal gesetzt wurden, fährt der
Vorgang von Schritt 203 zu Schritt 205 fort (FIG. 29),
und das Druckdifferenzkriterium $\Delta D'$ wird berechnet.

Die Prozedur bei Schritt 206 und danach wird durch
20 die Luftdruckverringerungsbestimmungseinheit 2f
durchgeführt, d.h. die Anomaliebestimmungseinrichtung.
Wenn $|\Delta D'|$ größer als D'_{sh} ist, wird bestimmt, daß der
Reifenluftdruckzustand anomal ist, und der Vorgang fährt
mit Schritt 114 fort. Die Prozedur bei Schritt 114 und
25 danach ist im wesentlichen die gleiche wie die Prozedur
bei Schritt 114 und danach in FIG. 21, und bei Schritt
207 anstelle von Schritt 115 von FIG. 18, wird der Grad
der Positivität oder Negativität des
Druckdifferenzkriteriums $\Delta D'$ bestimmt.

30

Entsprechend der Ausführungsform werden nicht nur die
Wirkungen der vierten und fünften Ausführungsformen
bereitgestellt, sondern eine herausragende Wirkung ist
ebenso bereitgestellt, wo die Berechnungslast nicht
35 übermäßig groß ist, da die Funktionen von wesentlichen

Teilen der vierten und fünften Ausführungsformen kombiniert sind.

Obwohl die vorliegende Erfindung vollständig in Bezug
5 auf die bevorzugten Ausführungsformen davon beschrieben wurden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen, wird angemerkt, daß verschiedene Änderungen und Modifikationen für den Fachmann offensichtlich sind.

10 Zum Beispiel ist die vorliegende Erfindung ebenso auf eine Vorrichtung anwendbar, wo der Luftdruckzustand eines Reifens durch einen anderen Rotationszustandswert bestimmt ist, der von dem in Gleichung (10) unterscheidbar ist.

15 Obwohl der Reifenluftdruckzustand durch das Druckdifferenzkriterium oder das Schlupfkriterium bestimmt wird (Schritte 112, 115 oder dergleichen), kann er durch die Raddrehzahlabweichung und den
20 Schlupfabweichungswert bestimmt werden. In diesem Fall ist der Reifenluftdruckzustand in dem Ausgangszustand bekannt.

Obwohl der Luftdruckzustand des Reifens durch
25 Erfassung durch die Druckdifferenzbestimmung in dem Bereich bestimmt wird, wo die Fahrzeuggeschwindigkeit V die Grenzggeschwindigkeit V_{sh} überschreitet, kann der Luftdruckzustand des Reifens in dem Bereich bestimmt werden, der in dem Abschnitt vor der Beschreibung der
30 vierten Ausführungsform beschrieben ist.

Solche Veränderungen und Modifikationen sollen so verstanden werden, daß sie in dem Bereich der vorliegenden Erfindung, wie sie in den beiliegenden
35 Ansprüchen definiert ist, enthalten sind.

Ansprüche

1. Eine Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung mit:
- 5 Raddrehzahlerfassungseinrichtung (1a-1d, 2a) zum Erfassen von Raddrehzahlen der jeweiligen Räder eines frontgetriebenen oder eines heckgetriebenen Fahrzeugs;
- Rotationszustandsberechnungseinrichtung (2b) zum Berechnen eines Rotationszustands abhängig von einer
- 10 Abweichung zwischen einer Raddrehzahlabweichung zwischen dem linken und rechten Vorderrad und einer Raddrehzahlabweichung zwischen dem linken und rechten Hinterrad basierend auf den von der Raddrehzahlerfassungseinrichtung (1a-1d, 2a) erfaßten
- 15 Raddrehzahlen;
- Anomaliebestimmungseinrichtung (1101-1121) zum Vergleichen einer Größe des Rotationszustandswertes mit einem zuvor gesetzten oberen Grenzwert, die bestimmt, ob die Raddrehzahl eines Antriebsrads auf der rechten Seite oder
- 20 eines angetriebenen Rades auf der linken Seite höher ist, oder ob die Raddrehzahl eines Antriebsrads auf der linken Seite oder eines angetriebenen Rades auf der rechten Seite höher ist, von einem Grad von Positivität oder Negativität des Rotationszustandswertes, wenn der Rotationszustandswert
- 25 den oberen Grenzwert überschreitet, und Spezifizieren der zwei Räder, die bestimmt wurden, höhere Raddrehzahlen aufzuweisen als die Räder, die verringerte Reifenluftdrücke aufweisen;
- wobei die Anomaliebestimmungseinrichtung (1101-1121)
- 30 enthält,
- eine Vorder- zu Hinterraddrehzahlabweichungsberechnungseinrichtung (1102) zum Berechnen einer Raddrehzahlabweichung zwischen den Vorder- und Hinterrädern basierend auf den Raddrehzahlen, die durch die Raddreh-
- 35 zahlerfassungseinrichtung (1a-1d, 2a) erfaßt werden,
- eine Regressionsberechnungseinrichtung (1107) zum Durchführen einer Regressionsberechnung zum Zurückbilden

des Rotationszustandswertes, der durch die Rotationszustandswertberechnungseinrichtung (2b) berechnet wird, und der Raddrehzahlabweichung zwischen den Vorder- und Hinterrädern, die durch die Vorder- zu Hinterraddrehzahlabweichungsberechnungseinrichtung (1102) berechnet
5 wird, auf eine Funktion erster Ordnung, und

eine Rotationszustandswertkorrektуреinrichtung (1202) zum Korrigieren des Rotationszustandswertes, der durch die Rotationszustandswertberechnungseinrichtung (2b) berechnet
10 wird, auf einen Rotationszustandswert bei einem Referenzwert der Raddrehzahlabweichung zwischen den Vorder- und Hinterrädern basierend auf einem Ergebnis der Regressionsberechnung durch die Regressionberechnungseinrichtung (1107); und

15 der Rotationszustandswert in der Anomaliebestimmungseinrichtung (1101-1121) ist bestimmt, der Rotationszustandswert zu sein, der durch die Rotationszustandswertkorrektуреinrichtung (1202) korrigiert ist.

20

2. Die Reifenluftdruckerfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

eine Steigung der Funktion erster Ordnung in der Regressionberechnungseinrichtung (1107) bestimmt ist, ein
25 Schlupfzustandswert zu sein, der einen Schlupfzustand des Rades darstellt;

die Anomaliebestimmungseinrichtung (1101-1121) zum Bestimmen des Rades als angetriebenes Rad dient, das den verringerten Reifenluftdruck in den zwei Rädern aufweist,
30 wenn der Schlupfzustandswert als 0 erkannt wird, und zum Bestimmen des Rades als Antriebsrad, das den verringerten Reifenluftdruck in den zwei Rädern aufweist, wenn der Schlupfzustandswert nicht als 0 erkannt wird.

697 14 930.7

DENSO CORPORATION UND NIPPON SOKEN INC.

FIG. 1

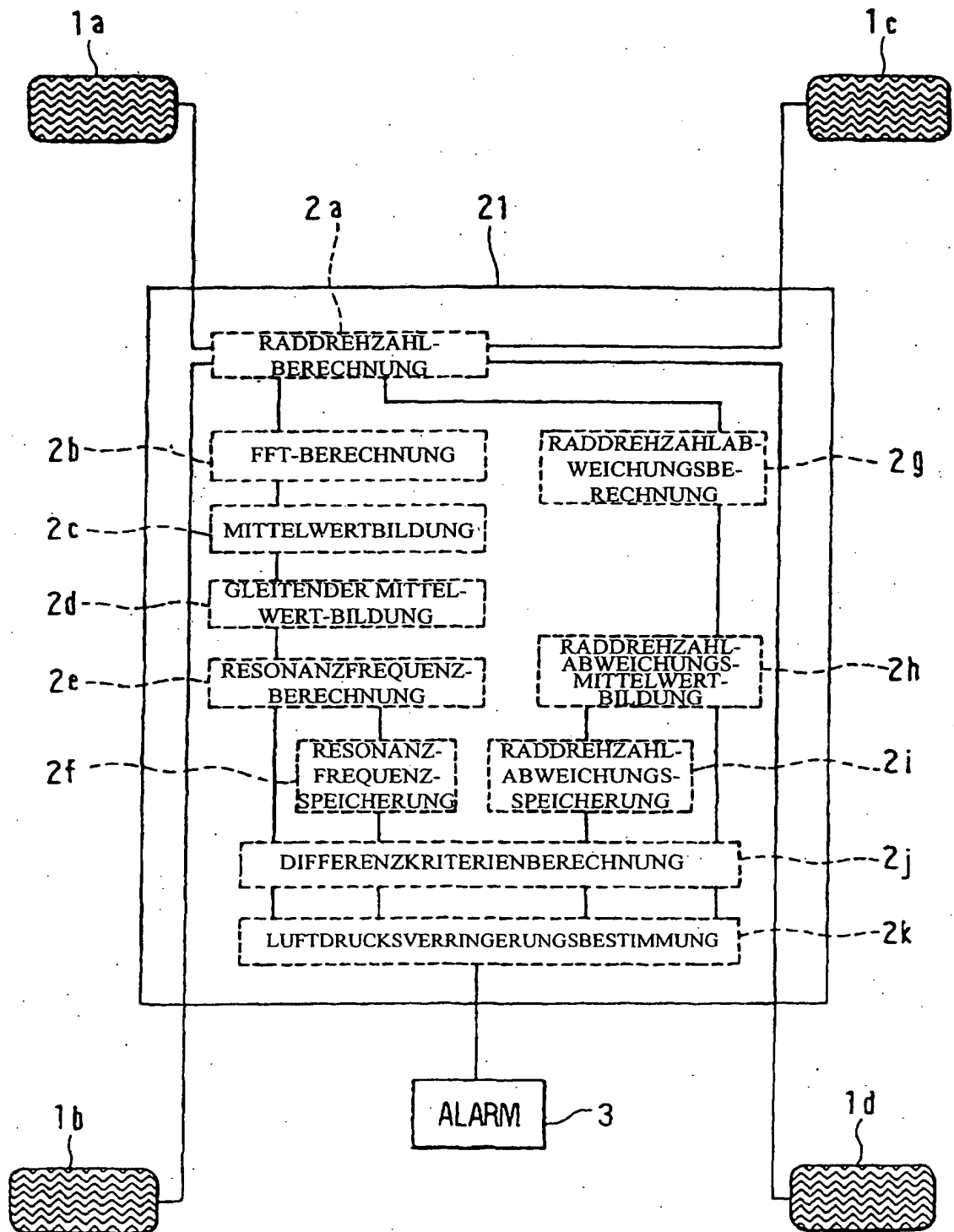


FIG. 2

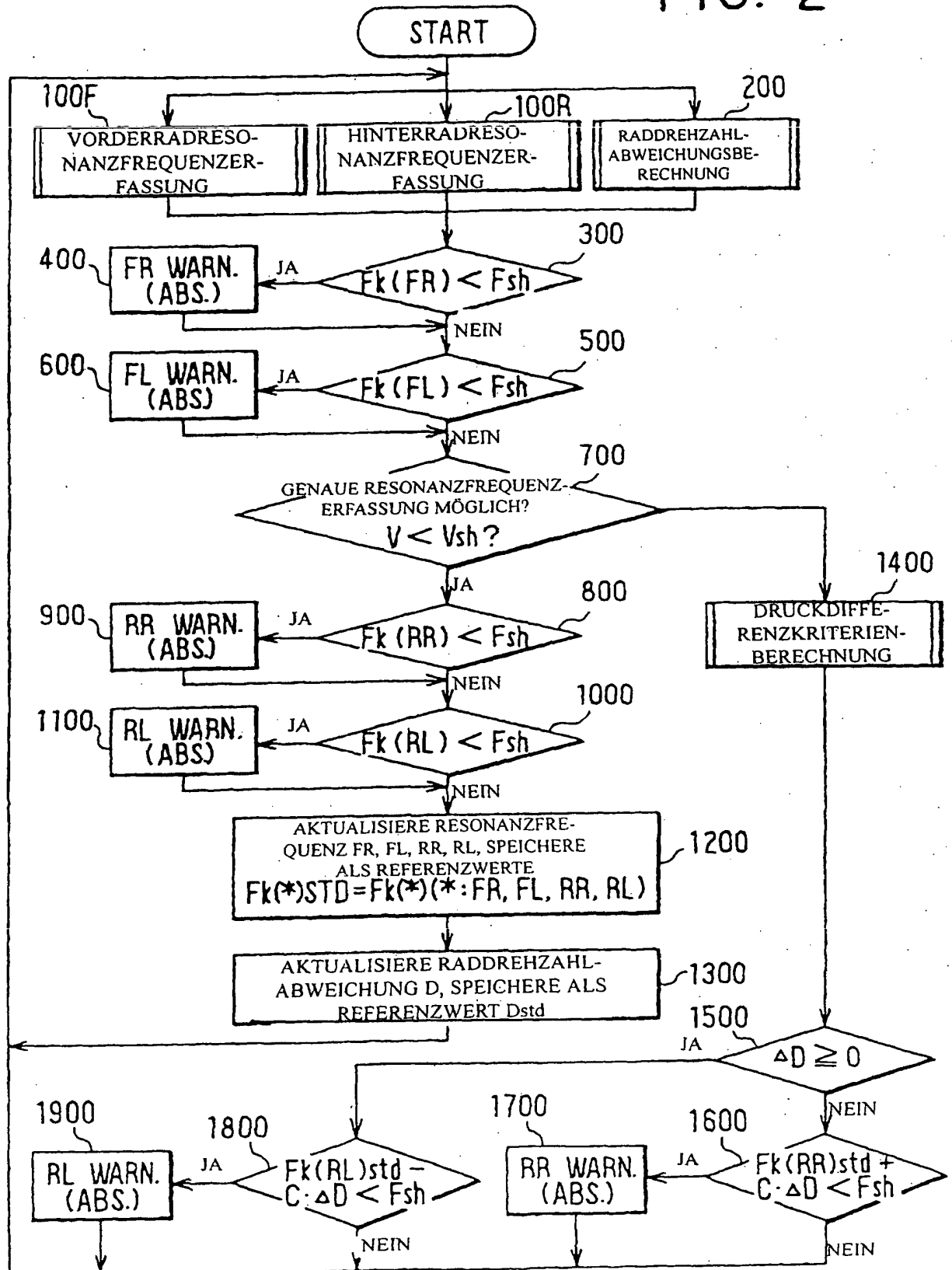


FIG. 3

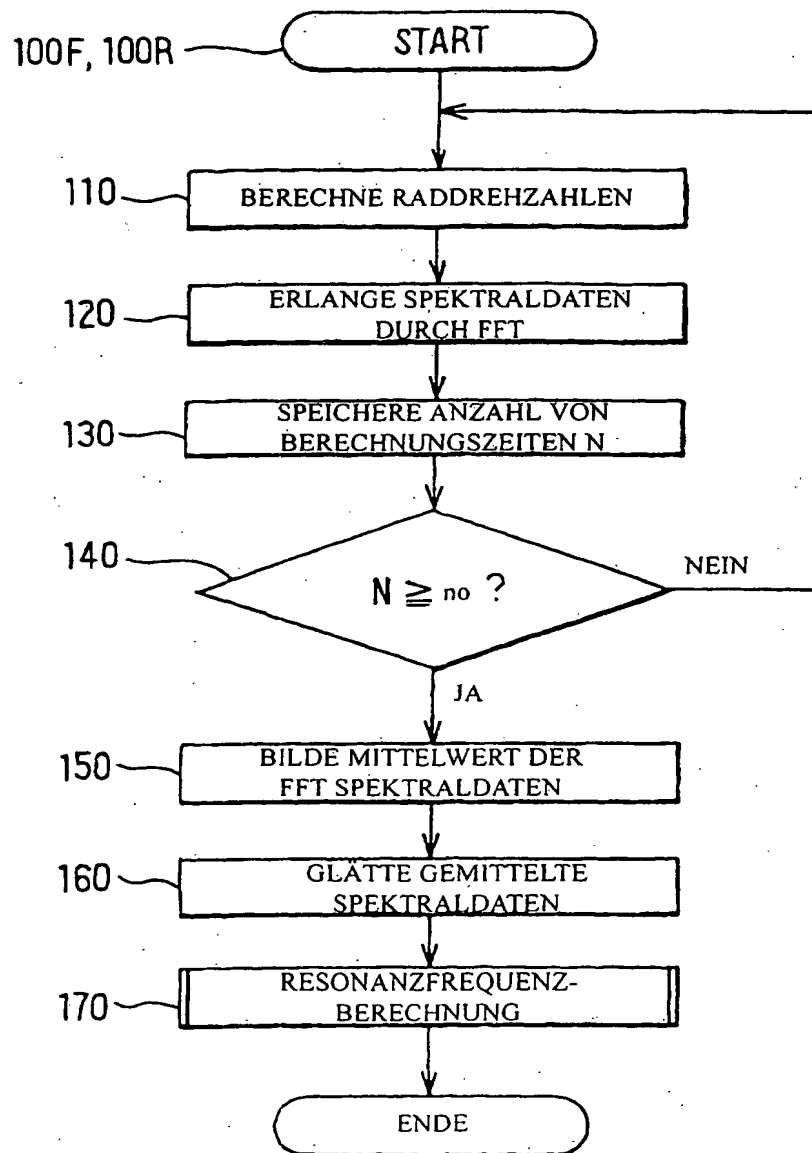


FIG. 4

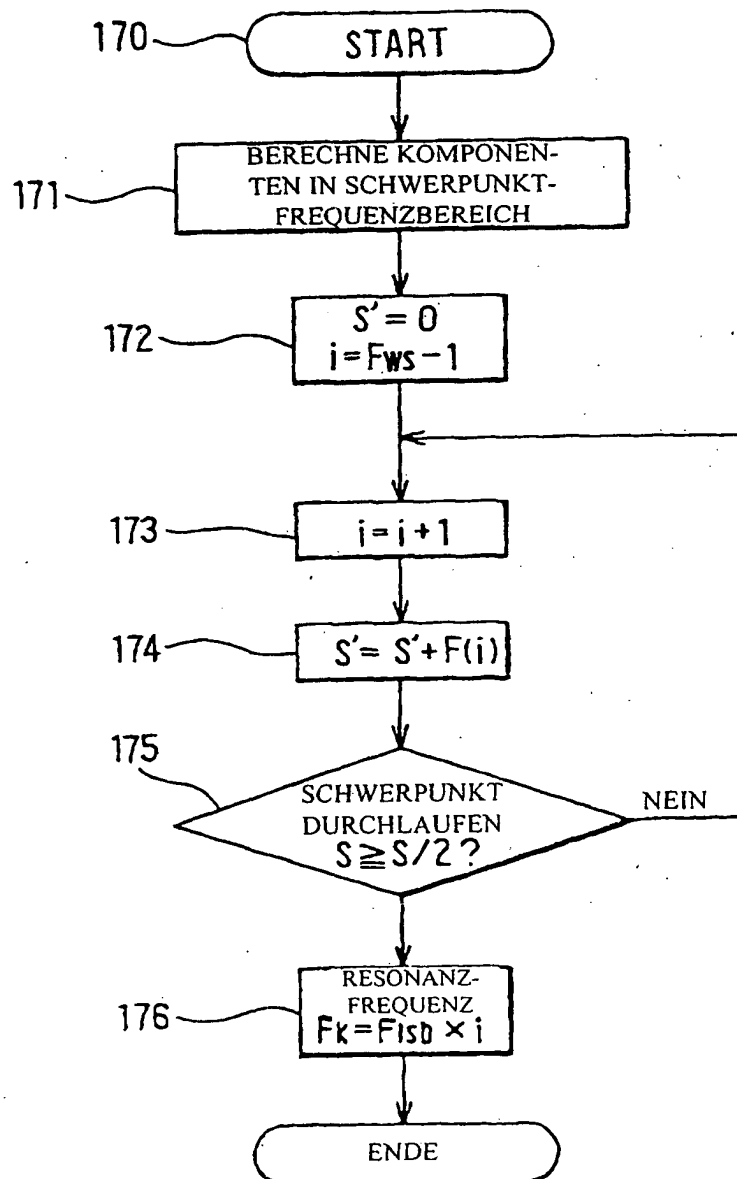


FIG. 5

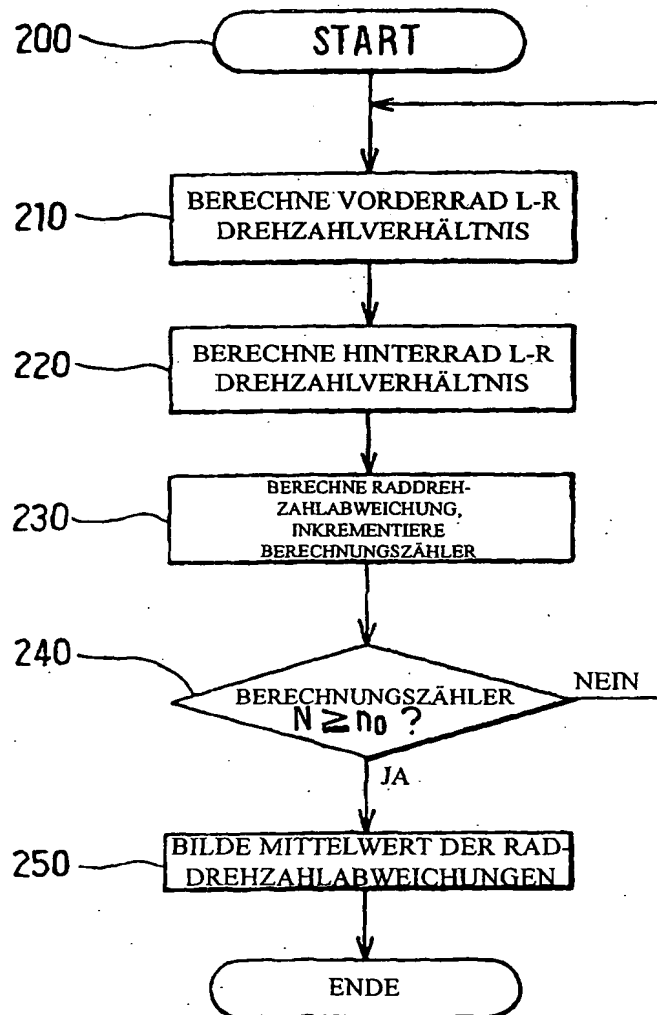
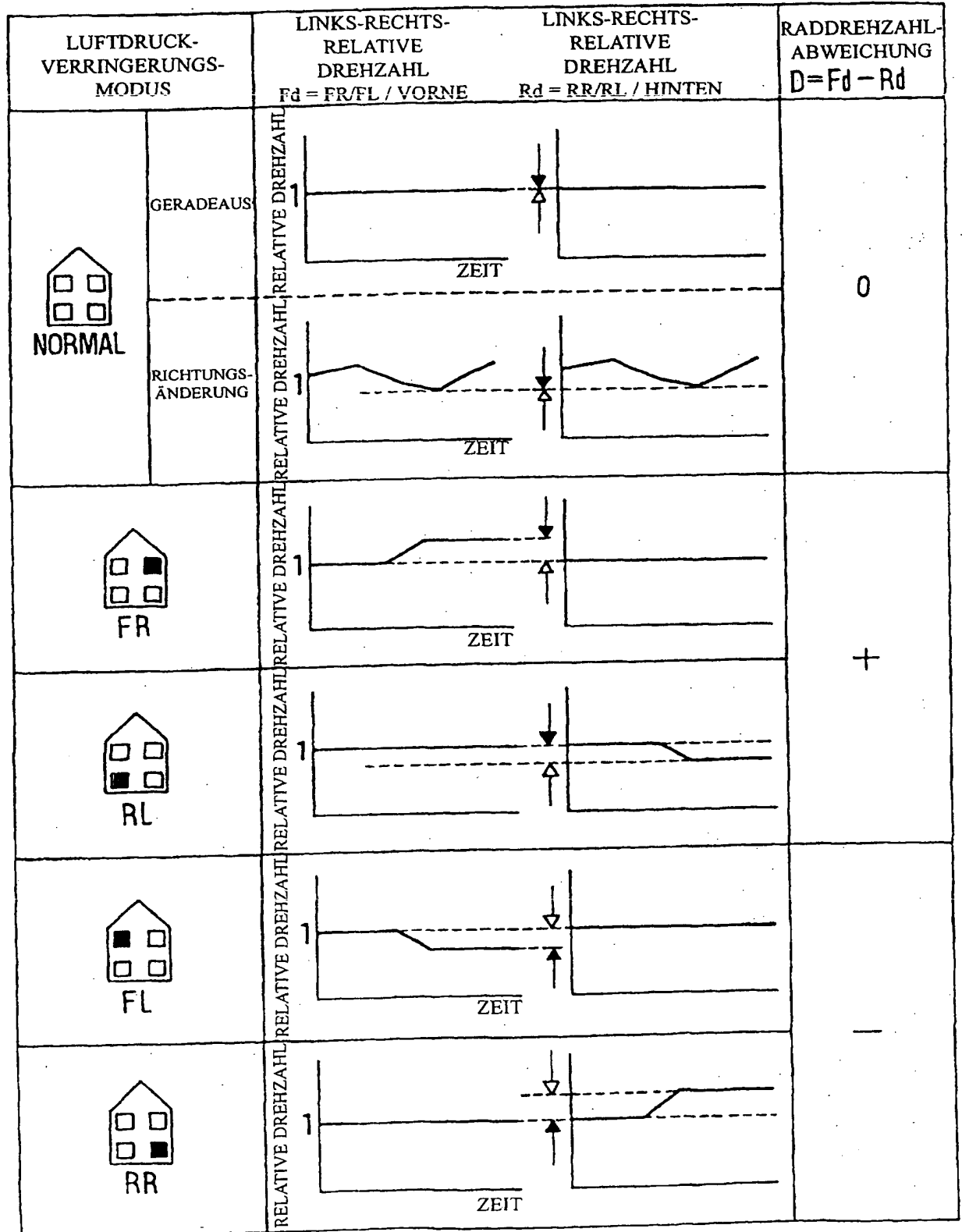


FIG. 6



7/26

FIG. 7

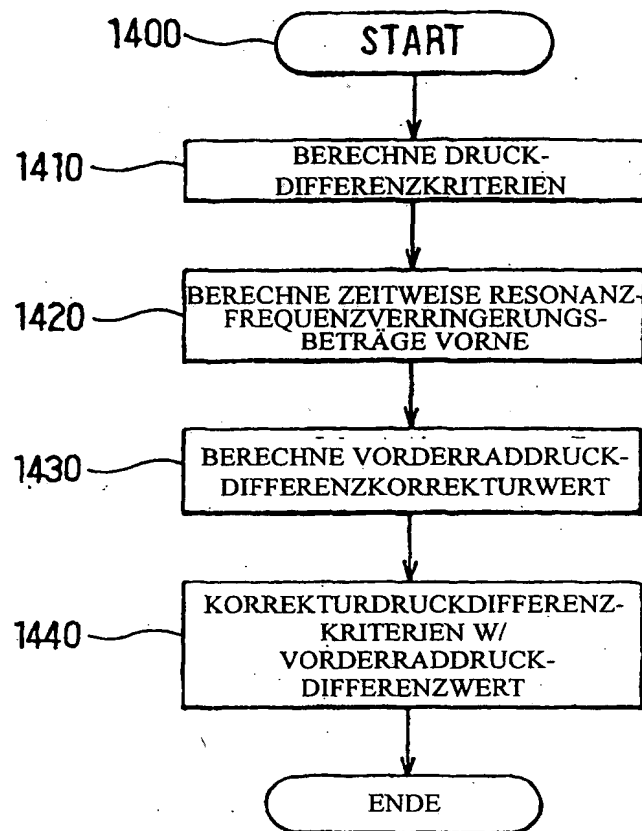
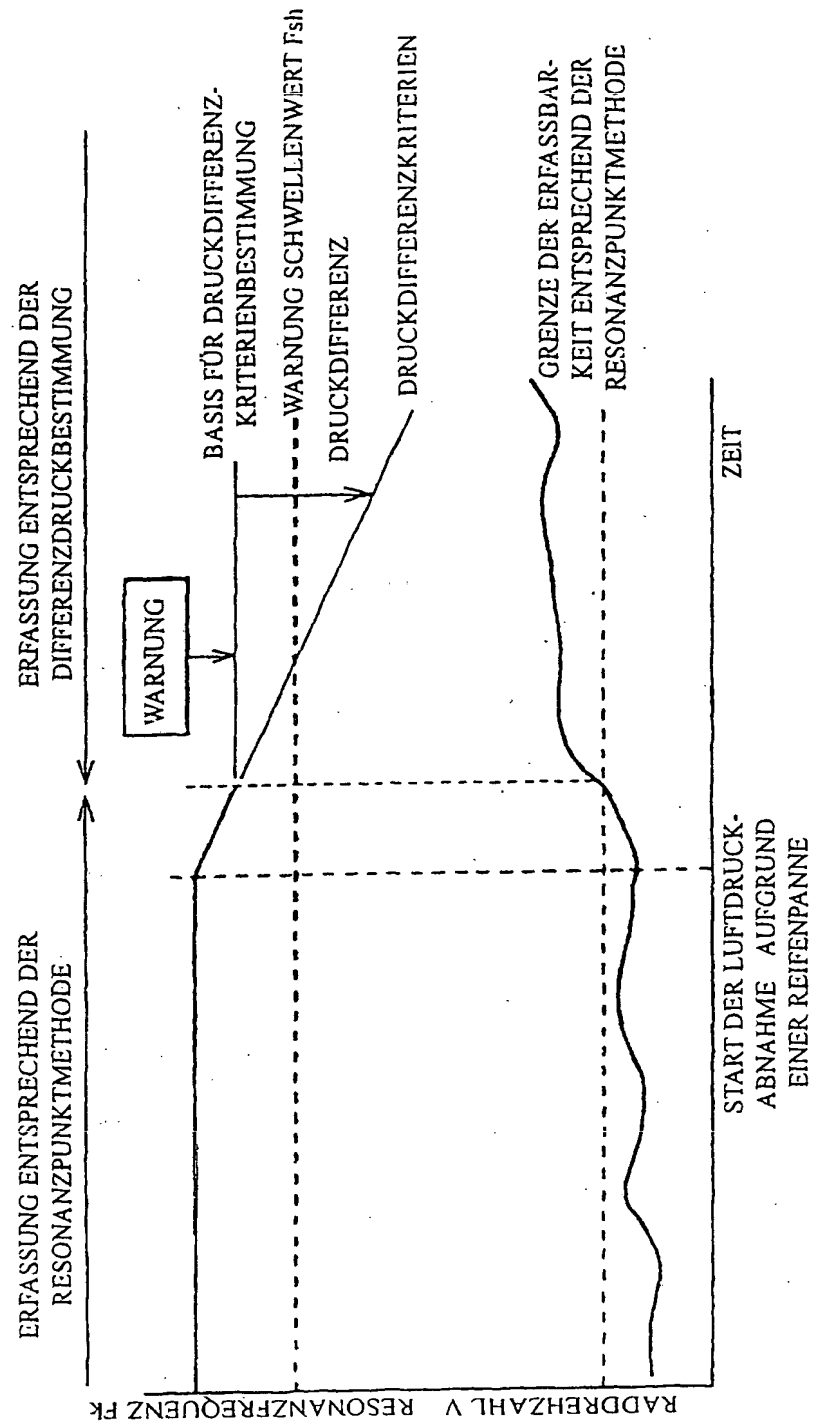
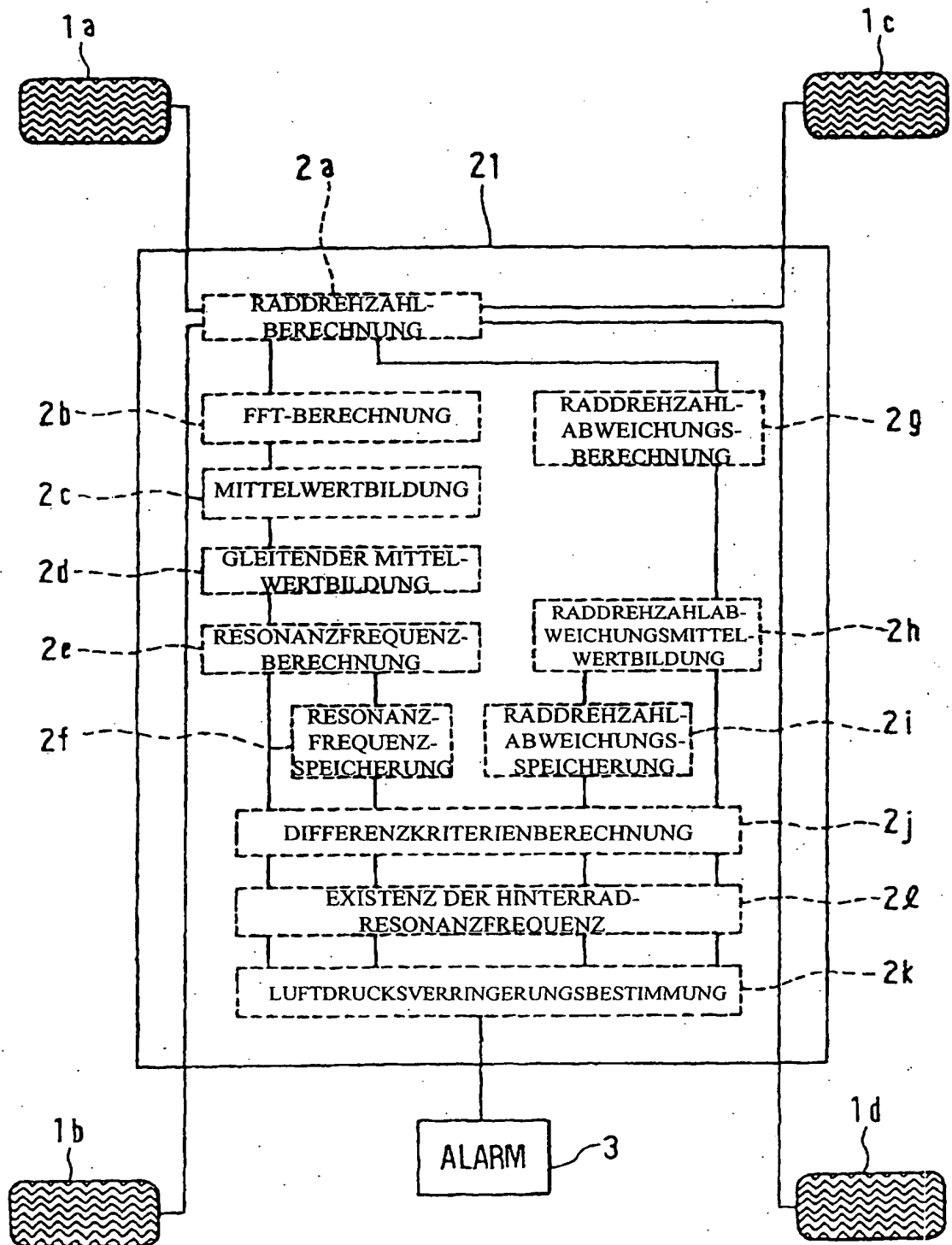


FIG. 8



9/26

FIG. 9



10/26

FIG. 10

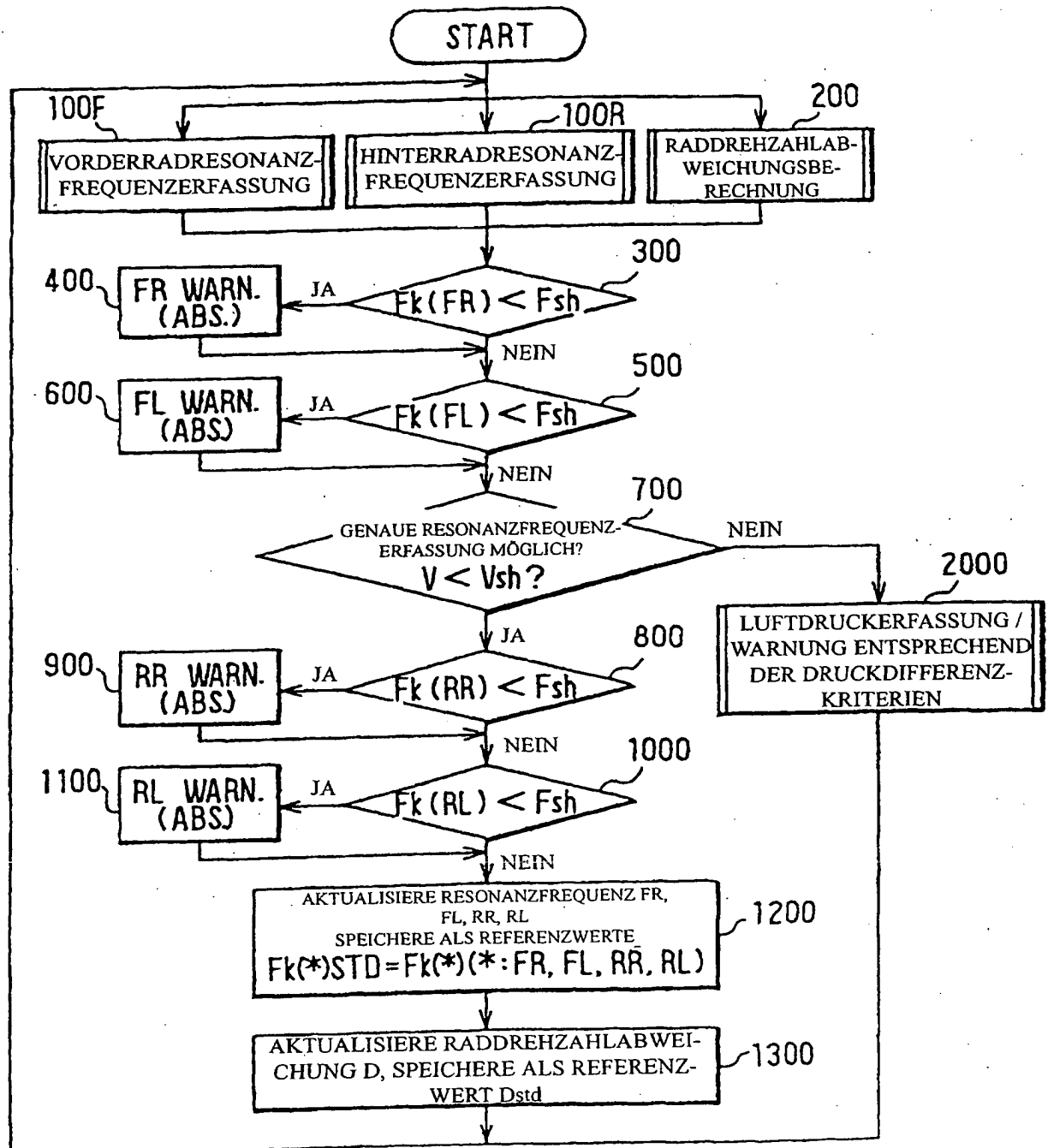
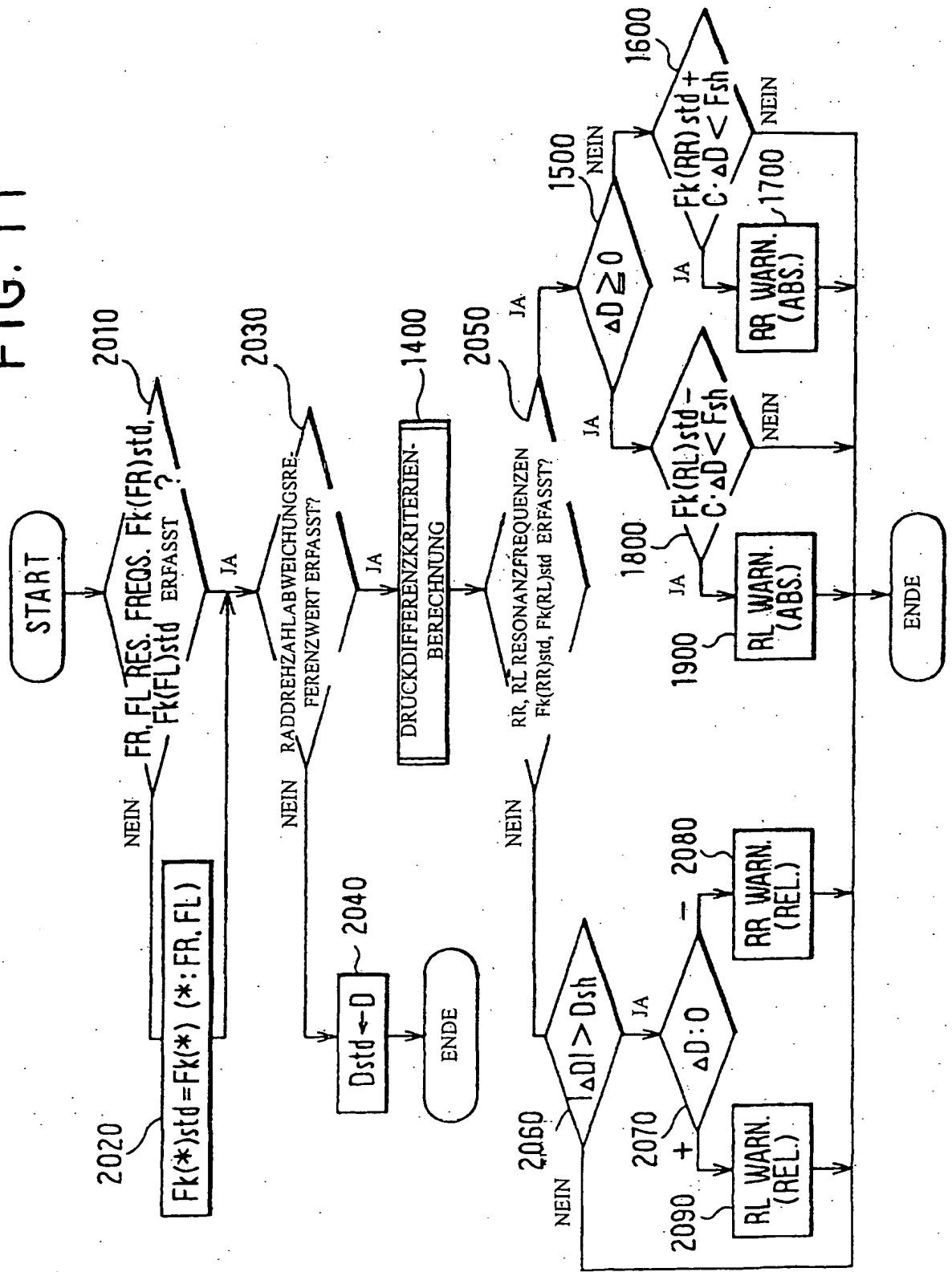


FIG. 11



12/26

FIG. 12

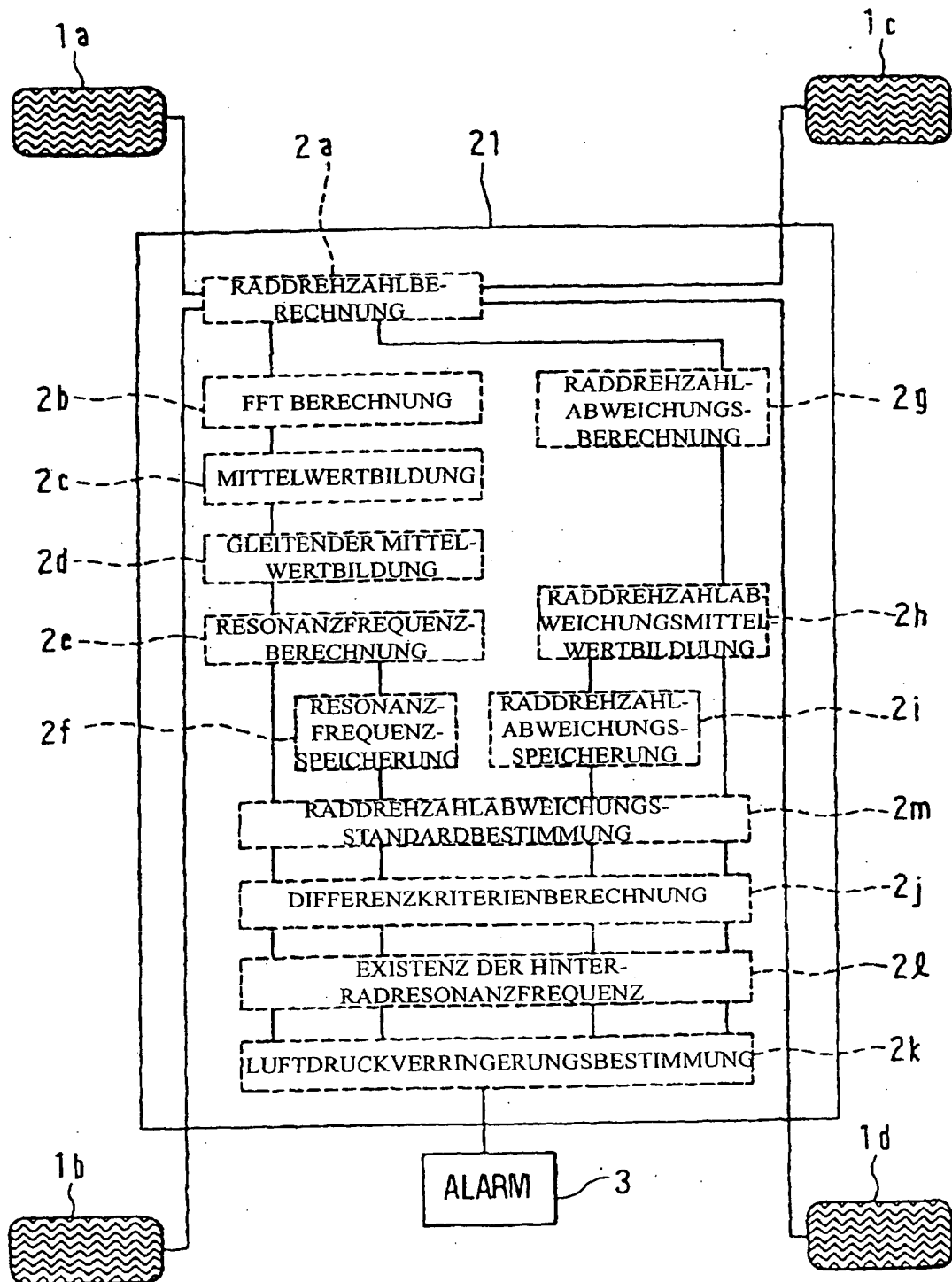


FIG. 13

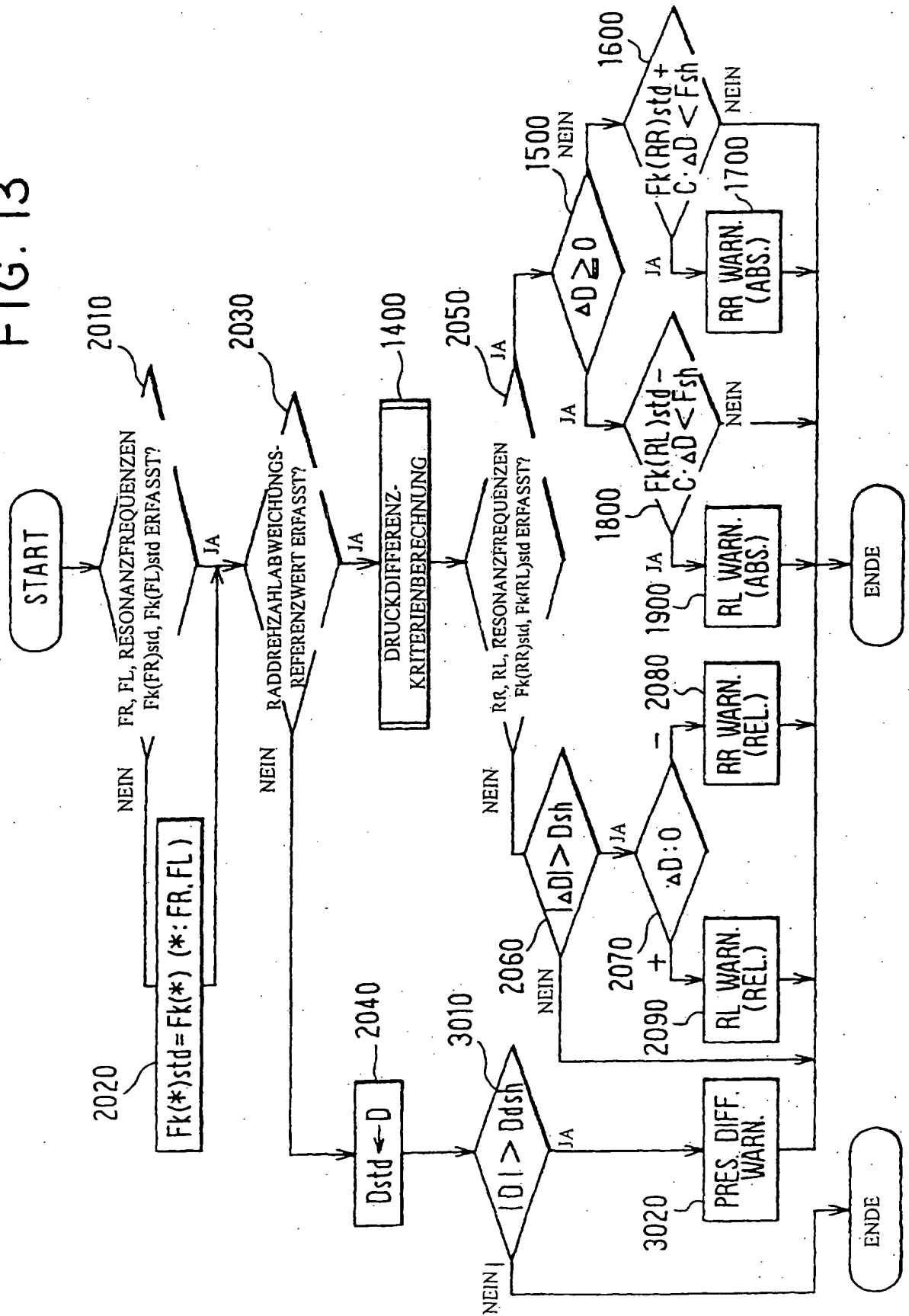


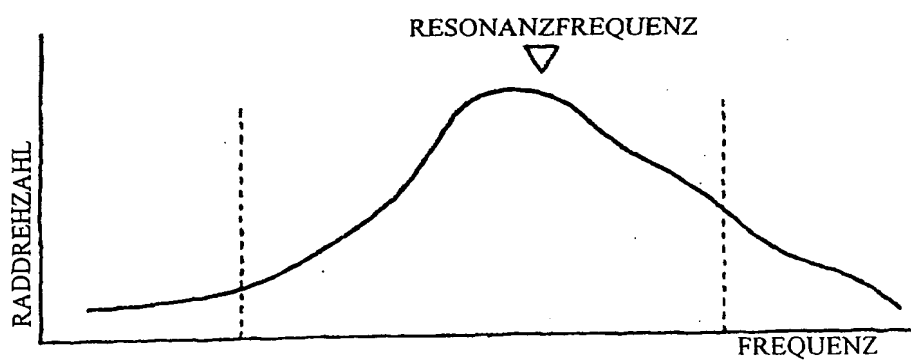
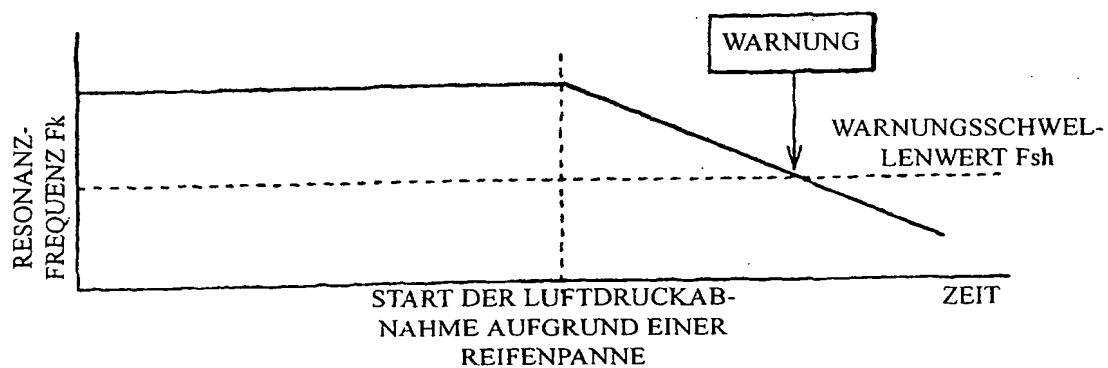
FIG. 14 STAND DER TECHNIKFIG. 15 STAND DER TECHNIK

FIG. 16

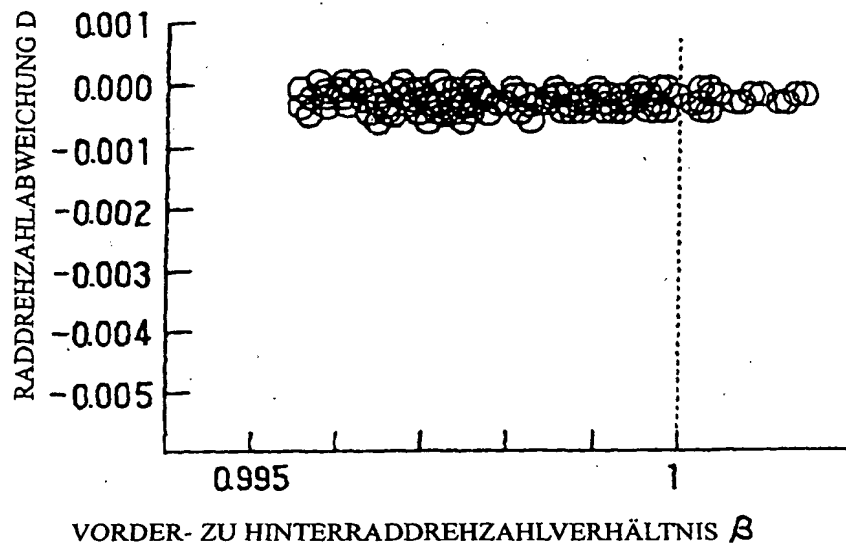


FIG. 17

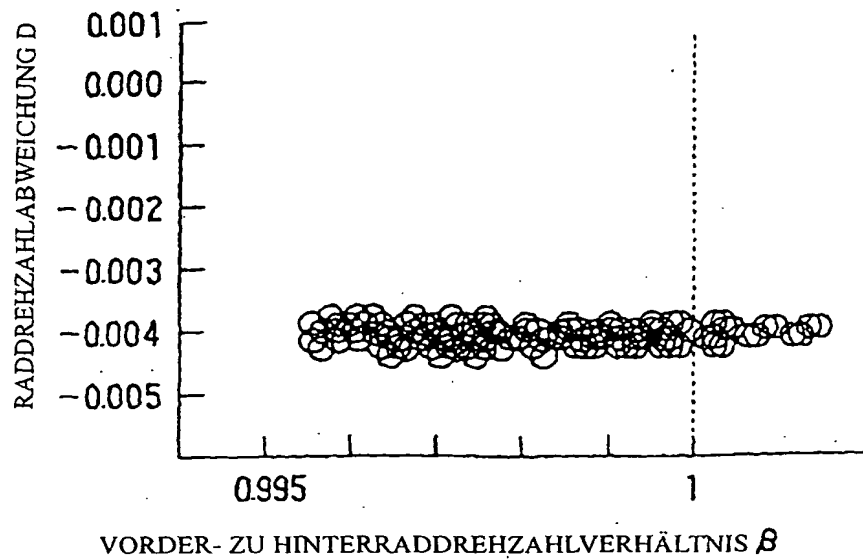


FIG. 18

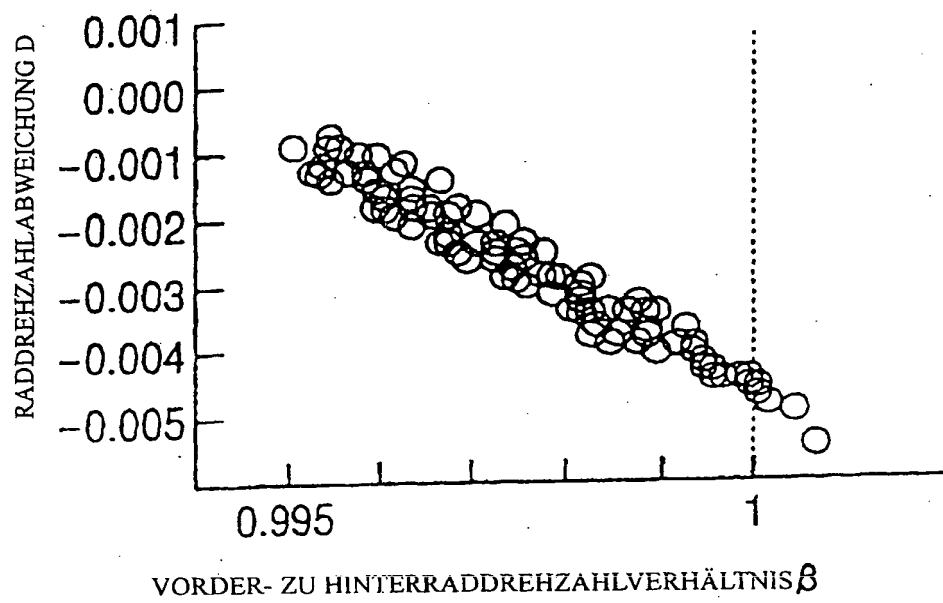


FIG. 19

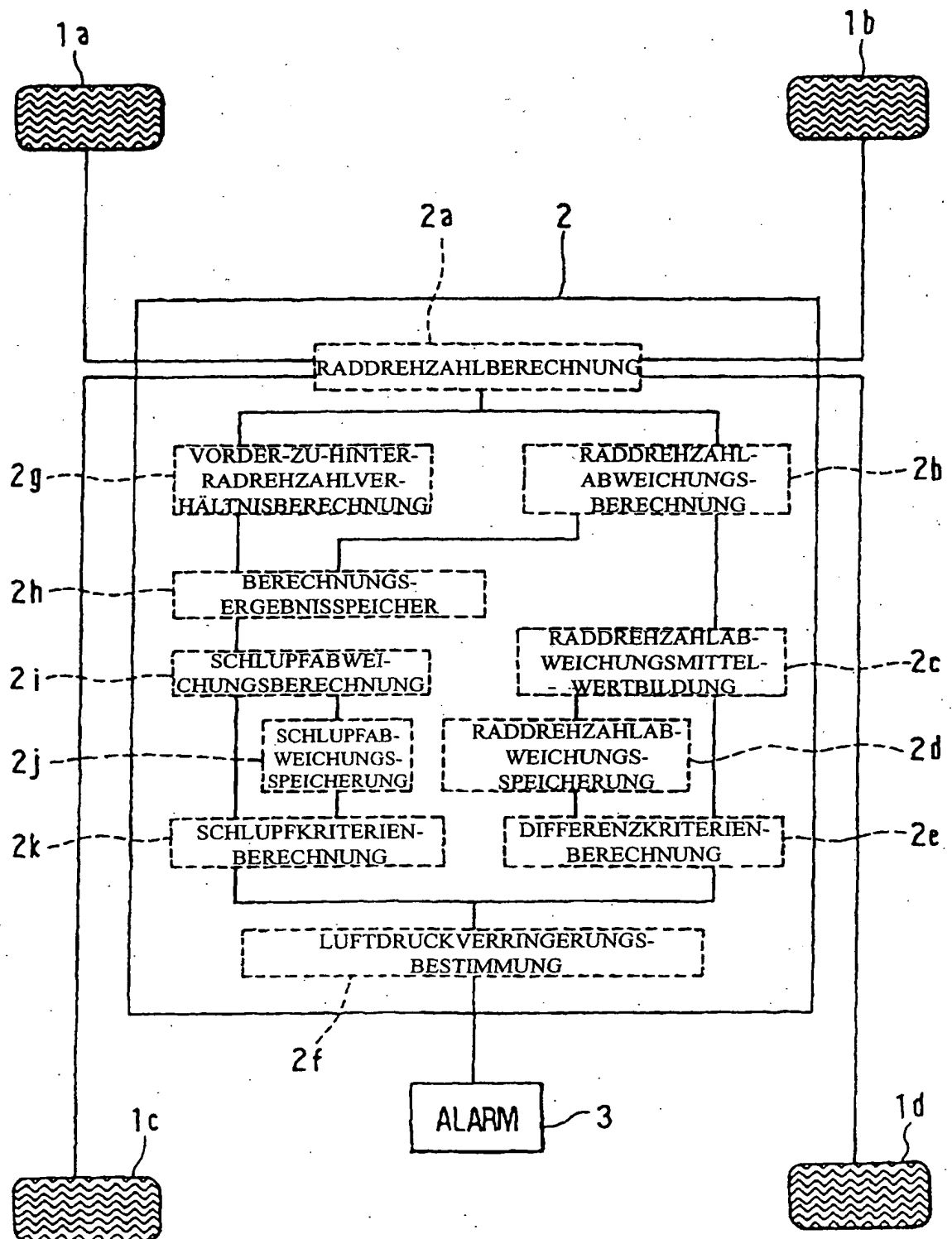
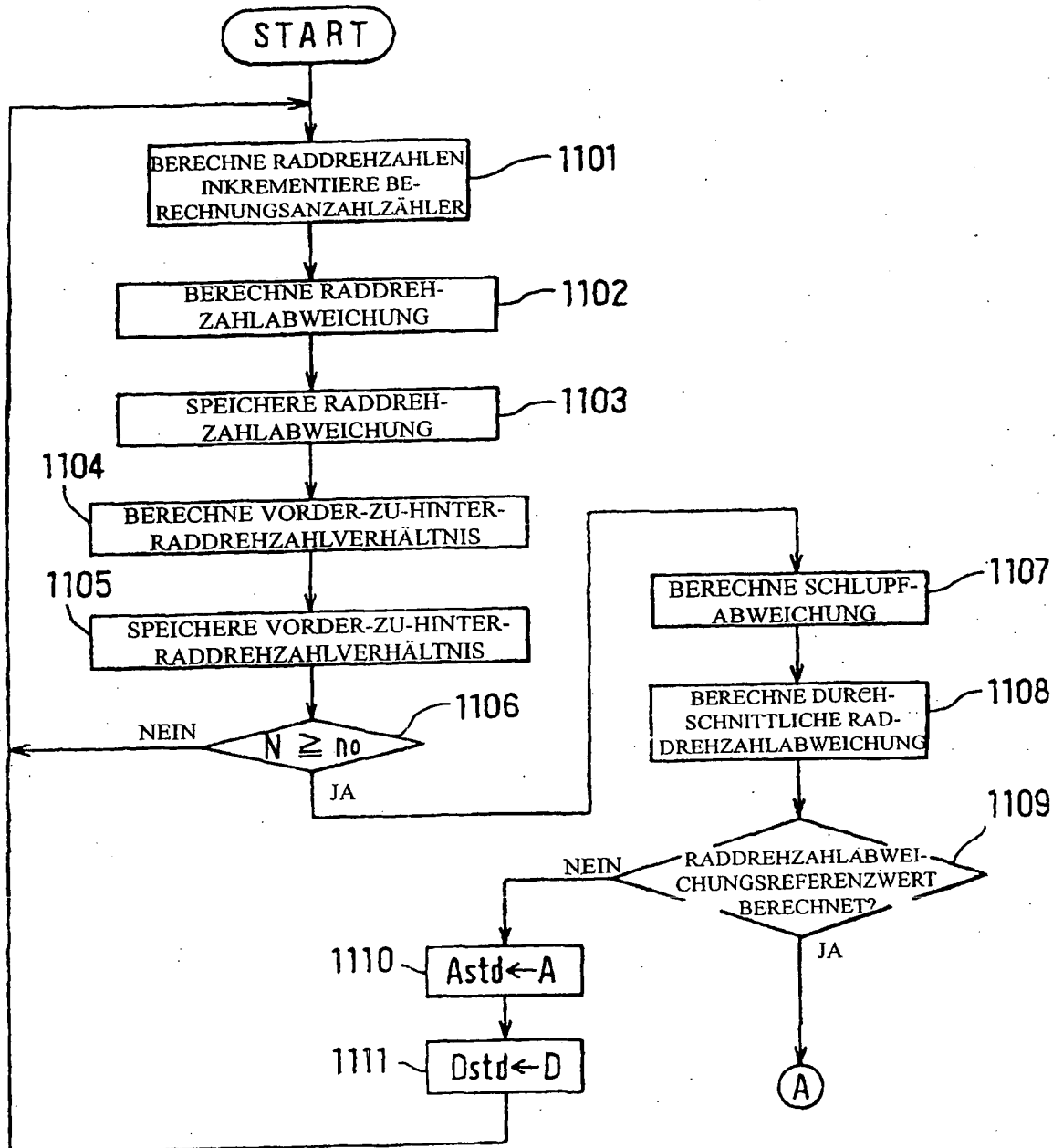


FIG. 20



19/26

FIG. 21

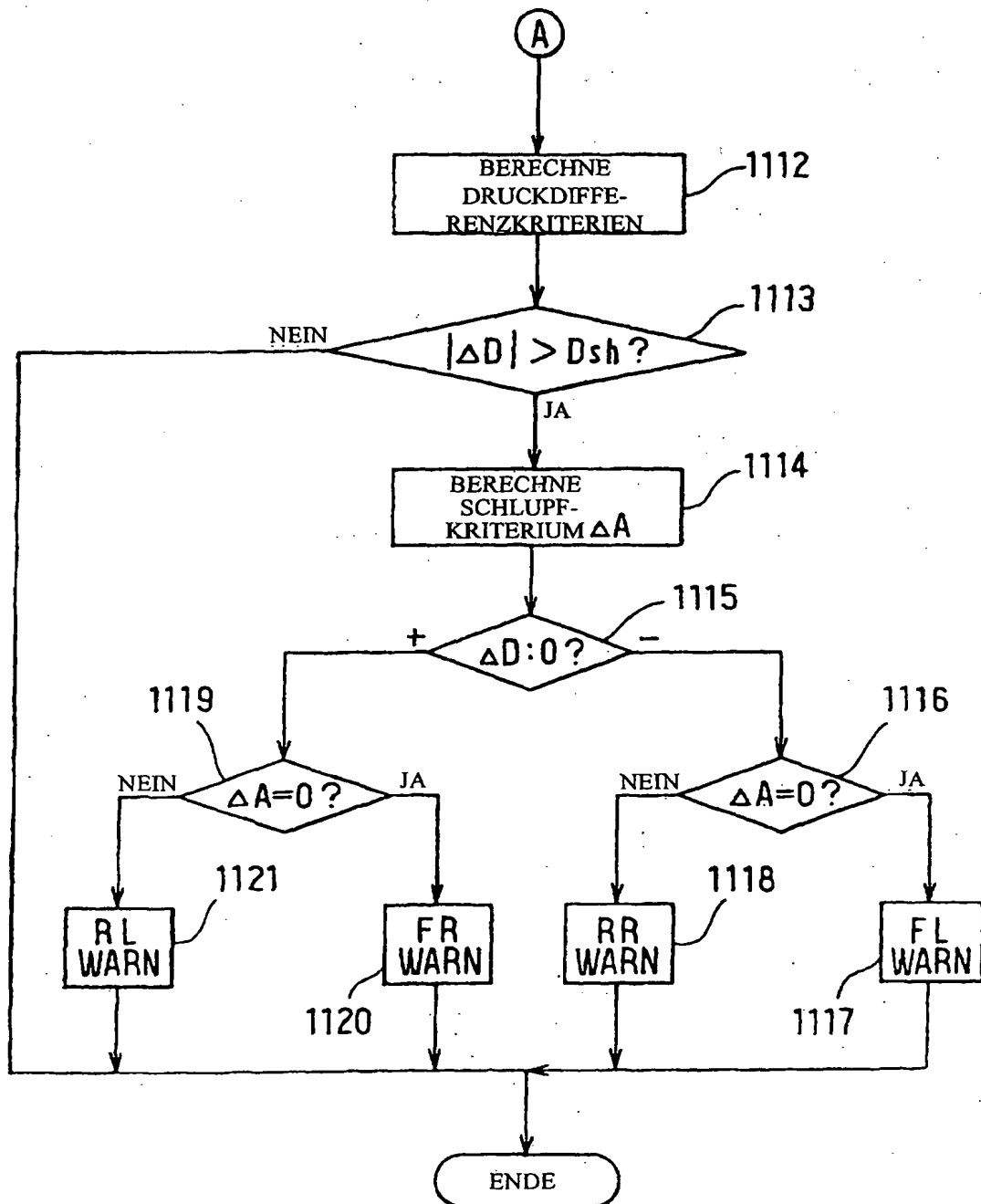


FIG. 22

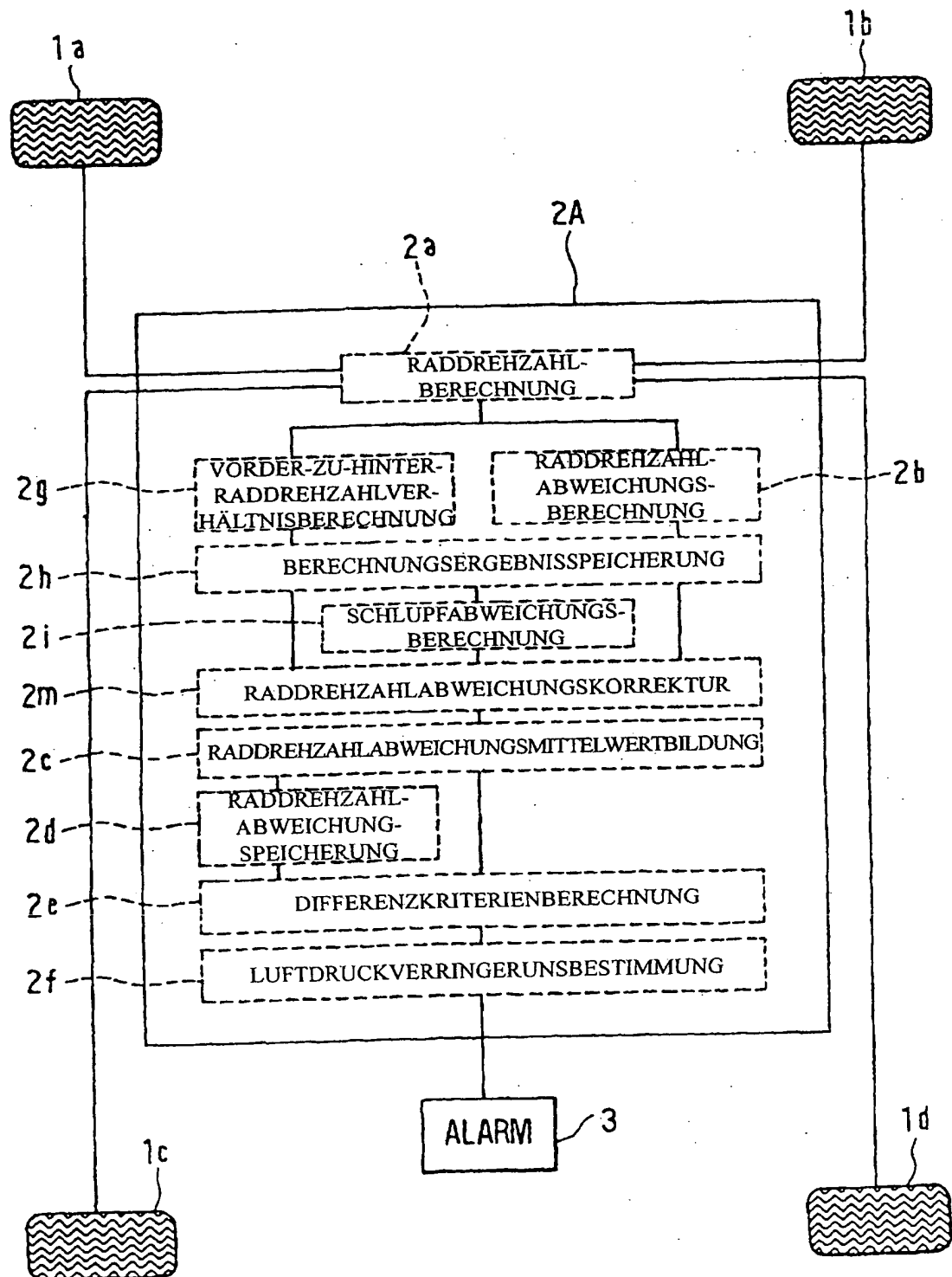
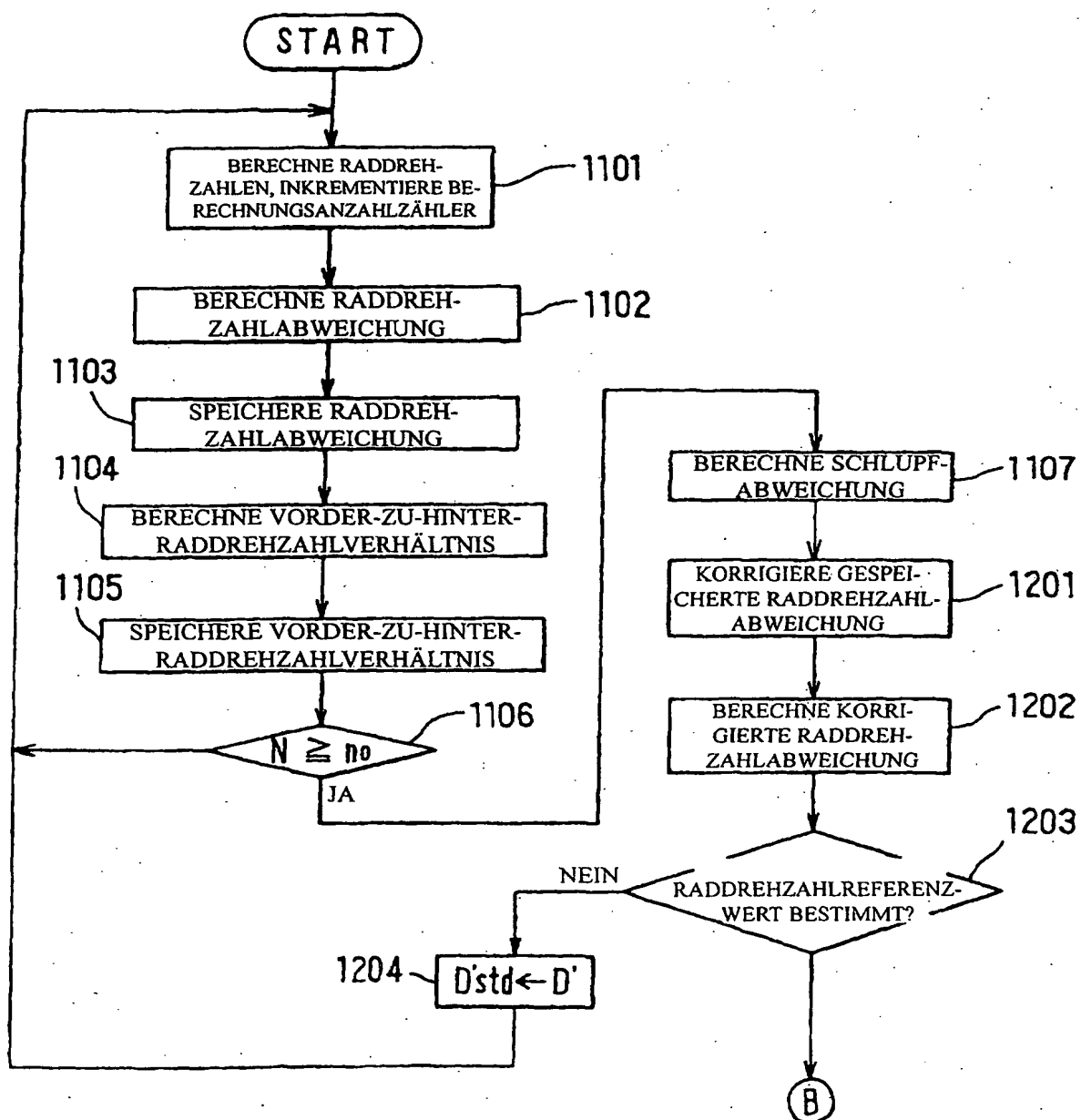


FIG. 23



22/26

FIG. 24

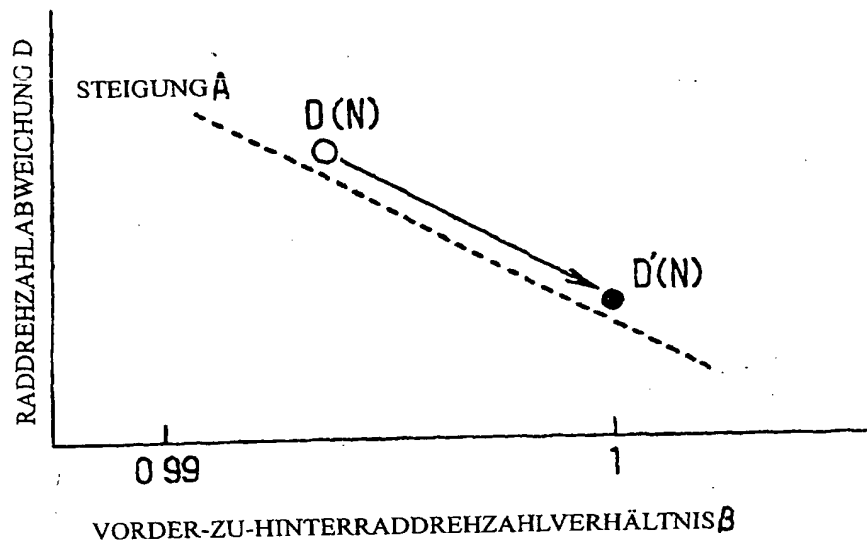


FIG. 25

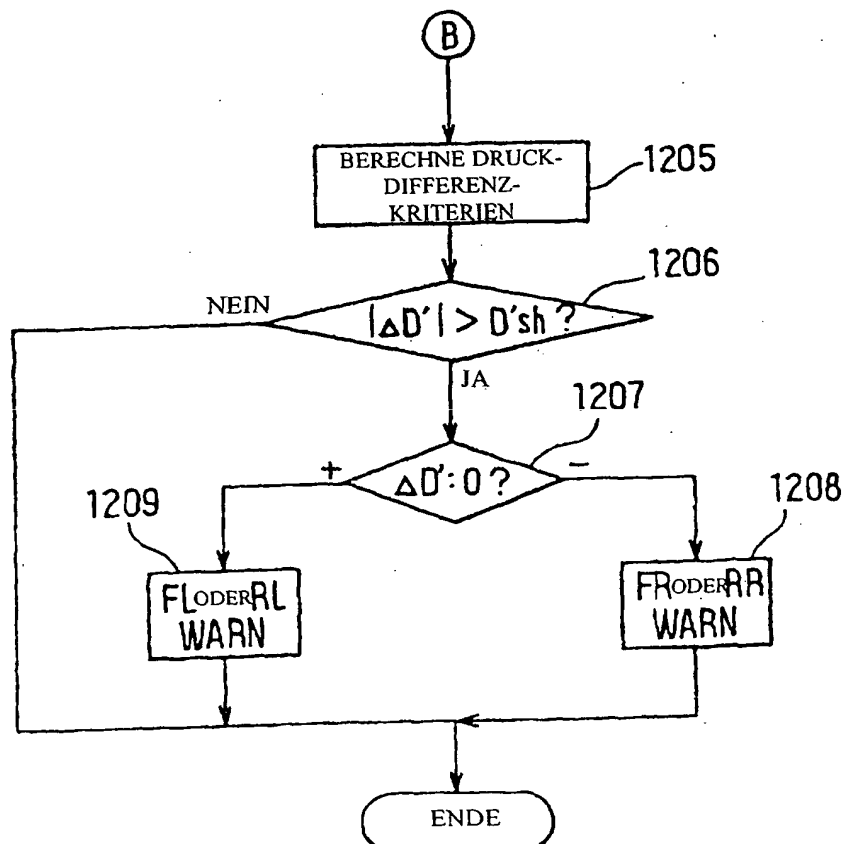


FIG. 26A

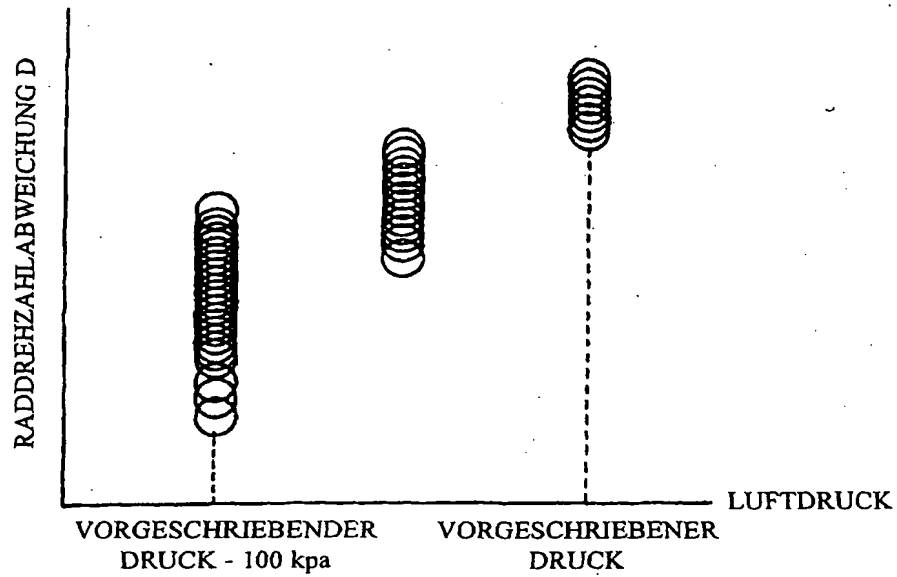
STAND DER TECHNIK

FIG. 26B

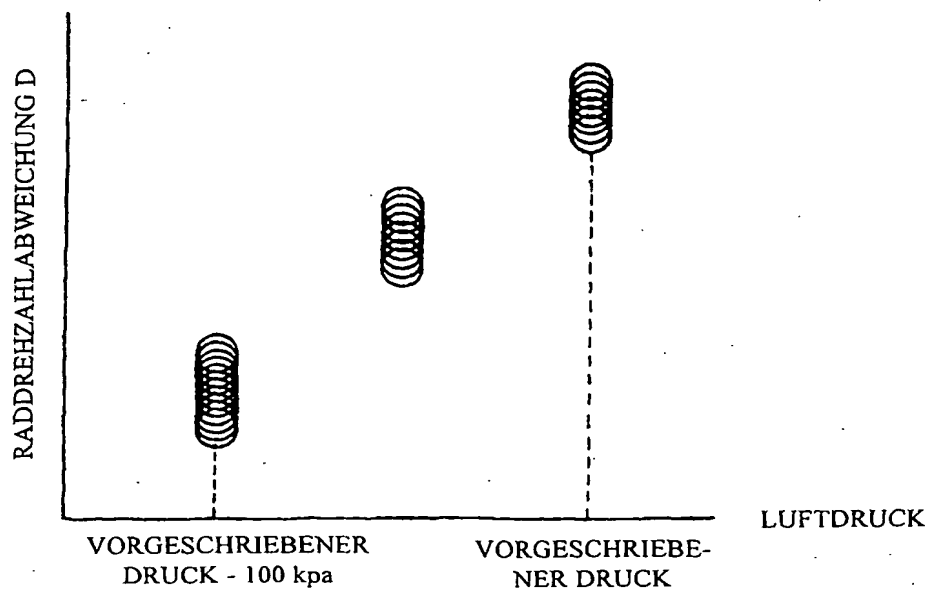


FIG. 27

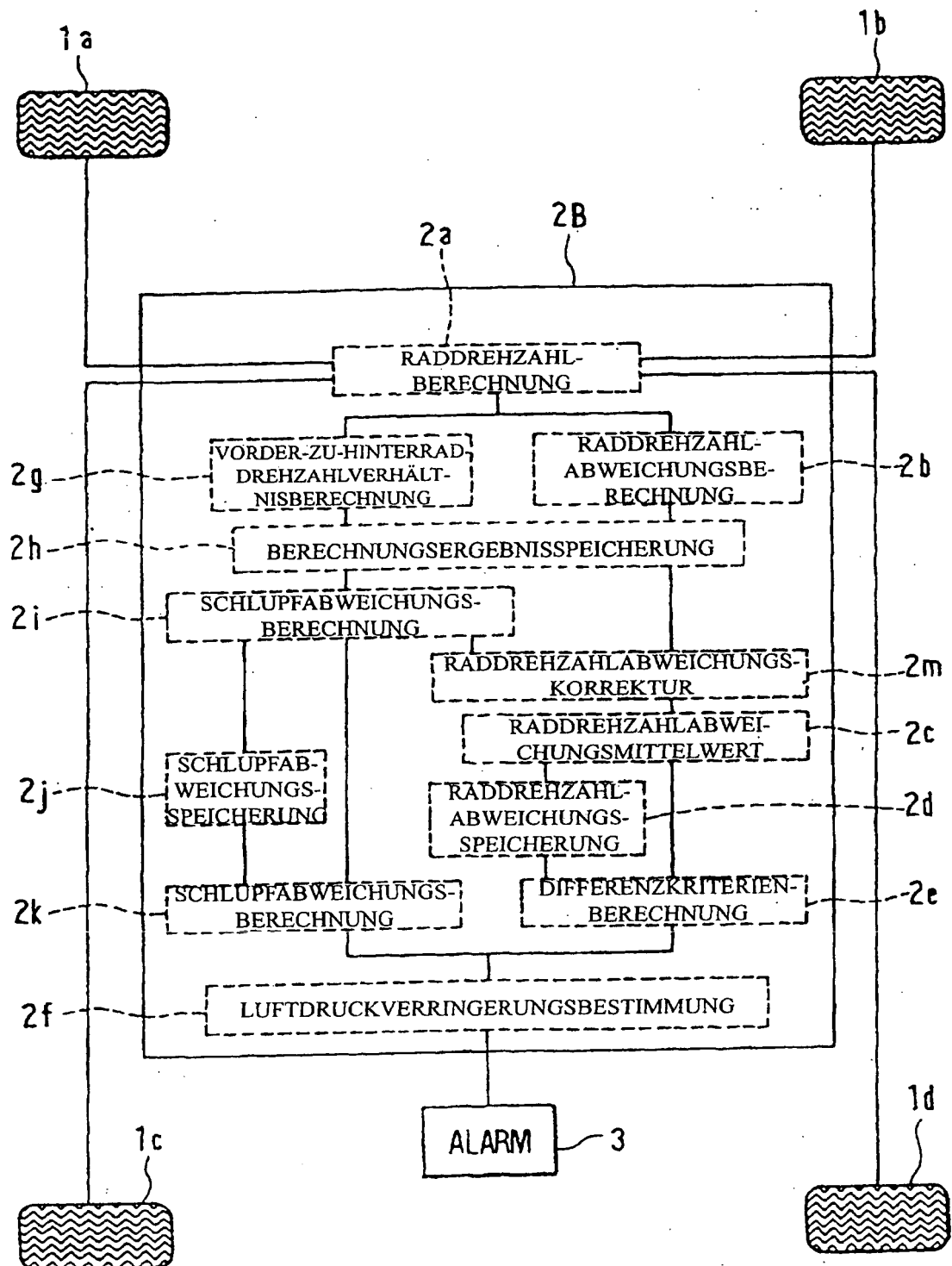


FIG. 28

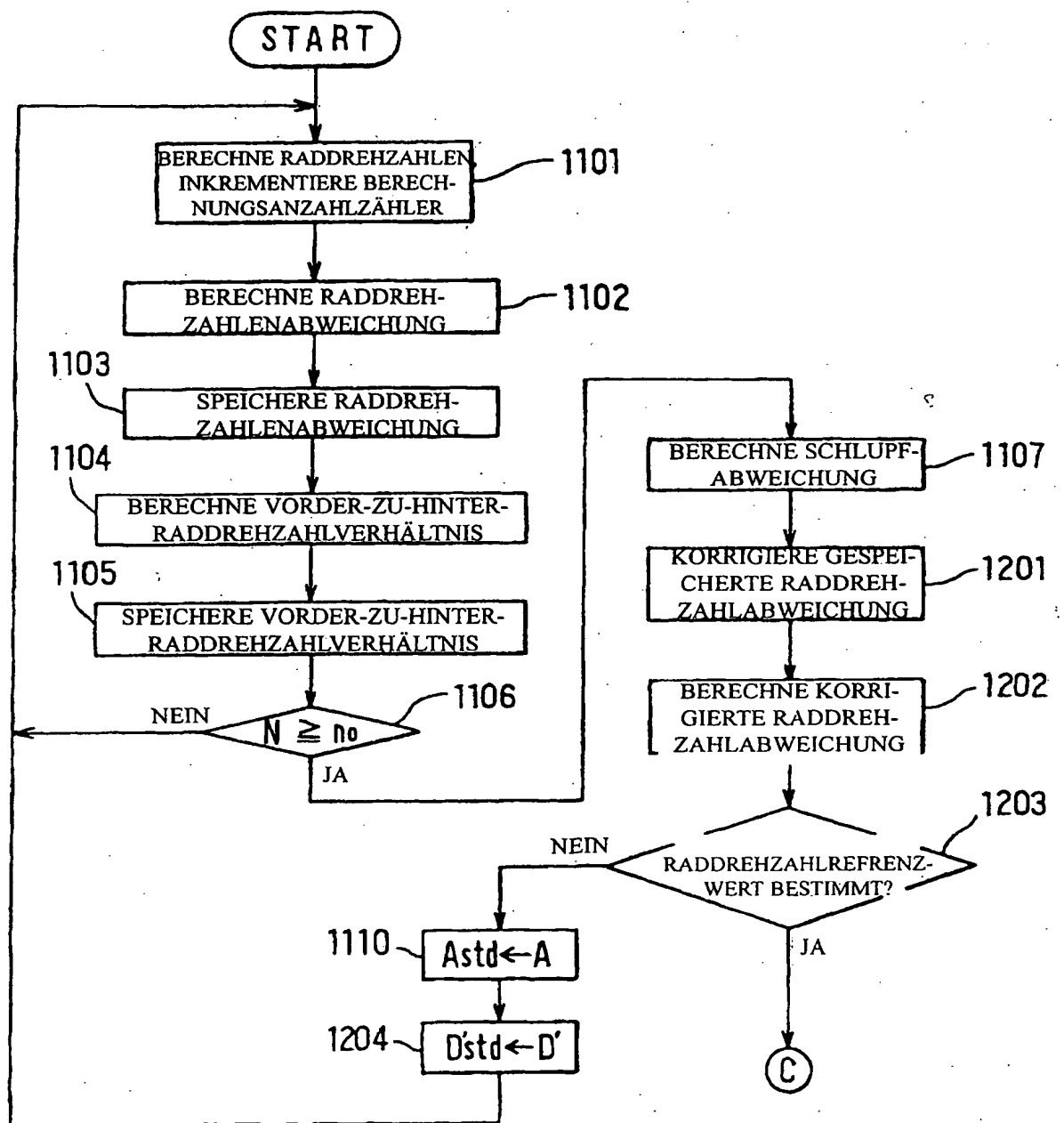


FIG. 29

